

MANUALUL SUDORULUI NAVAL



Ing. Bindiu Odon – Șef Colectiv
Ing. Druțu Tănase
Ing. Ocheșel Mariana
Ing. Constantinescu Sorin
Sing. Drăghici Virginica
Ing. Gherghe Luminița

EDIȚIA 2007

Contents

Capitolul 1. GENERALITĂȚI PRIVIND CONSTRUCȚIA NAVEI.....	14
1.1. DESCRIEREA NAVEI.....	14
1.2. STRUCTURA CORPULUI NAVEI	15
Capitolul 2. GENERALITĂȚI PRIVIND SUDAREA CU ARC ELECTRIC.....	23
2.1. DEFINIȚIA SUDĂRII.....	23
2.2. PROCEDEE DE SUDARE.....	23
2.3. SURSE TERMICE PENTRU SUDAREA PRIN TOPIRE.....	24
2.4. ARCUL ELECTRIC DE SUDARE	24
2.5. ÎMBINAREA SUDATĂ	25
2.6. UTILAJE PENTRU SUDARE.....	29
Capitolul 3. PREGĂTIREA ÎN VEDEREA SUDĂRII.....	32
3.1. PREGĂTIREA MARGINILOR.....	32
3.2. PREÎNCĂLZIREA ÎN VEDEREA SUDĂRII.....	32
3.3. PRINDEREA ÎN PUNCTE DE SUDURĂ	33
3.4. PRINDEREA ÎN PUNCTE DE SUDURĂ A TABLELOR SUBȚIRI.....	34
3.5. ASAMBLAREA TABLELOR ÎN VEDEREA.....	34
SUDĂRII PE SUPORT CERAMIC	34
Capitolul 4. OȚELURI.....	37
4.1. CLASIFICAREA OȚELURILOR.....	37
4.2. PROPRIETĂȚILE GENERALE ALE OȚELURILOR	38
4.3. SUDABILITATEA OȚELURILOR	38
4.4. INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ALIERE ASUPRA	39
PROPRIETĂȚILOR SI SUDABILITĂȚII OȚELURILOR	39
Capitolul 5. TEHNOLOGIA SUDĂRII MANUALE CU ARC ELECTRIC ȘI ELECTROZI ÎNVELIȚI	39
5.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI	39
5.2. CARACTERISTICILE ELECTRODULUI.....	40
5.3. CLASIFICAREA ELECTROZILOR.....	40
5.4. GOSPODĂRIREA ȘI UTILIZAREA ELECTROZILOR	41
5.5. TEHNICA DE SUDARE.....	41
5.6. SUFLAJUL MAGNETIC	44
5.7. SURSE DE SUDARE.....	44
5.8. CRĂIȚUIREA ARC - AER	44
Capitolul 6. SUDAREA ÎN MEDIU DE GAZ PROTECTOR MIG - MAG	57
6.1. GENERALITĂȚI.....	57
6.2. GAZE DE PROTECȚIE	57
6.3. SÂRME PENTRU SUDARE	58
6.4. MODUL DE TRANSFER AL METALULUI	59

6.5. PARAMETRII DE SUDARE.....	60
6.6. RECOMANDĂRI PRIVIND SUDAREA MIG - MAG	61
6.7. INSTALAȚII DE SUDARE MIG - MAG	64
Capitolul 7. TEHNOLOGIA SUDĂRII WIG(TIG)	71
7.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI	71
7.2. AVANTAJE ȘI DEZAVANTAJE.....	71
7.3. MATERIALE FOLOSITE LA SUDARE	71
7.4. TIPUL CURENTULUI DE SUDARE	72
7.5. TEHNICA SUDĂRII	72
7.6. INSTALAȚII DE SUDARE WIG	74
Capitolul 8. TEHNOLOGIA SUDĂRII SUB STRAT DE FLUX.....	75
8.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI	75
8.2. AVANTAJE	75
8.3. MATERIALE UTILIZATE LA SUDARE	75
8.4. MODURI DE SPRIJINIRE A BĂII DE METAL TOPIT	76
8.5. ECHIPAMENTE PENTRU SUDARE SUB STRAT DE FLUX.....	77
Capitolul 9. TEHNOLOGIA SUDĂRII OȚELURILOR INOXIDABILE	78
9.1. CLASIFICAREA OȚELURILOR INOXIDABILE	78
9.2. DEPOZITAREA MATERIALELOR	78
9.3. PREGĂTIREA PENTRU SUDARE.....	78
9.4. SCULE	79
9.5. MATERIALE DE ADAOS FOLOSITE LA SUDARE	79
9.6. SUDAREA.....	79
Capitolul 10. TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII PRIN SUDARE.....	82
10.1. MECANISMUL PRODUCERII	82
10.2. MĂSURI PENTRU PREVENIREA ȘI REDUCEREA DEFORMAȚIILOR.....	82
10.3. SCHEME DE SUDARE PENTRU PREVENIREA	84
DEFORMAȚIILOR GENERALE	84
10.4. MĂSURI PENTRU ÎNLĂTURAREA DEFORMAȚIILOR	87
Capitolul 11. DEFECTELE ÎMBINĂRILOR SUDATE.....	88
11.1. DEFECTE INTERNE	88
11.2. DEFECTE DE FORMĂ ȘI SUPRAFAȚĂ	90
Capitolul 12. CONTROLUL CALITĂȚII ÎMBINĂRILOR SUDATE.....	92
12.1. GENERALITĂȚI...	92
12.2. ETAPE DE CONTROL	93
12.3. METODE DE CONTROL	93
12.4. MANUALUL CALITĂȚII S.N.D.G. – EXTRASE PRIVIND SUDAREA	94

Capitolul 13. SUDAREA TUBULATURILOR	108
13.1. CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE SUDARE LA TUBULATURĂ	108
13.2. TUBULATURI NAVALE DIN OȚELURI CARBON NEALIAȚE, SLAB ALIAȚE, CU REZISTENȚĂ NORMALĂ SAU MĂRITĂ.....	109
13.3. TUBULATURI NAVALE DIN OȚELURI INOXIDABILE	116
13.4. TUBULATURI NAVALE DIN CUNIFER	120
Capitolul 14. SUDAREA LA TEMPERATURI SCĂZUTE	124
Capitolul 15. NORME DE SĂNĂTATE ȘI SECURITATE A MUNCII	125
15.1. PREVEDERI COMUNE TUTUROR PROCEDEELOR DE SUDARE.....	125
Capitolul 16. COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ.....	129
16.1. COMUNICAREA INTERUMANĂ, CAPACITATEA DE COMUNICARE.....	129
16.2. FORMELE COMUNICĂRII.....	129
16.3. BARIERE ÎN CALEA COMUNICĂRII.....	130
Capitolul 17. LUCRUL ÎN ECHIPĂ.....	131
17.1. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ	131
17.2. STRUCTURA TIMPULUI DE LUCRU AL EXECUTANTULUI.....	131
17.3. MĂSURI ORGANIZATORICE ALE LOCULUI DE MUNCĂ.....	133

BINE AȚI VENIT ÎN ȘANTIERUL NAVAL DAMEN GALAȚI

ISTORICUL ȘANTIERULUI

Șantierul Naval Galați este cunoscut de mai bine de o sută zece ani. Momentul aducerii aminte reprezintă atât o recunoaștere a prezenței sale pe fluviile, mările și oceanele lumii, cât și o evidențiere a tradițiilor meșteșugărești, atestate documentar, cu multe secole în urma și care au dat faimă acestui ținut românesc, în triumghiul format de întâlnirea Prutului și Siretului cu Dunărea.

Prima atestare documentară – anul 1565 când, potrivit unui firman otoman, adresat domnitorului Alexandru Lăpușneanu rezultă că la Galați exista un mic atelier pentru reparații navale, lucru pe care îl atestă și Dimitrie Cantemir, în a sa „*Descriptio Moldaviae*” (1711).

Mai apoi, Ruggero Giosepe Boscovich nota în 1784 că a văzut la Galați „*un vas foarte mare de tipul acelor pe care turcii le numesc caravele, vas care era în șantier, gata să fie lansat*”.

Construcția de galioane, fregate, canoniere, dubase, ghimii, carce, șlepuri, caravele, pentru navigația pe fluvii și mări, face de altfel obiectul multor consemnări în documente autentice aflate în Biblioteca Academiei Române, în cronicile vremii, apărute în România, dar și în multe alte state europene.

În 1867 la Galați se mută sediul flotilei militare de Dunăre, iar doisprezece ani mai târziu, se înființează, tot aici, Arsenalul Marinei Militare.

De ce amintim de existența a peste un secol în istoria Șantierului nostru? Pentru că, în 1893, G. Fernic, în asociație cu T. Guiller și J. Poujoliet înființează la Galați, pe strada Ceres nr. 33, „Uzinele de construcții mecanice și turnătorie de fier și bronz” care, ulterior, se transformă în „Șantierul naval G. Fernic et Comp.”

Toate aceste tradiții ale constructorilor de corăbii au fost amplificate ulterior, an de an, de cei care au construit Șantierul Naval Galați, sub impulsul existenței în această localitate a unui ansamblu de factori propulsori: o facultate de nave și instalații de bord, un institut de cercetare și proiectare navală – unice în România, unități producătoare de echipamente și agregate navale, precum și cel mai mare producător de tablă navală – pentru nevoile interne și export – Combinatul Siderurgic Galați.

Șantierul Naval Galați este un leader de necontestat al construcțiilor navale românești, deși ulterior s-a construit o adevărată salbă de alte șantiere, începând de la Turnu Severin, pe Dunăre și continuând cu cele de la Constanța și Mangalia.

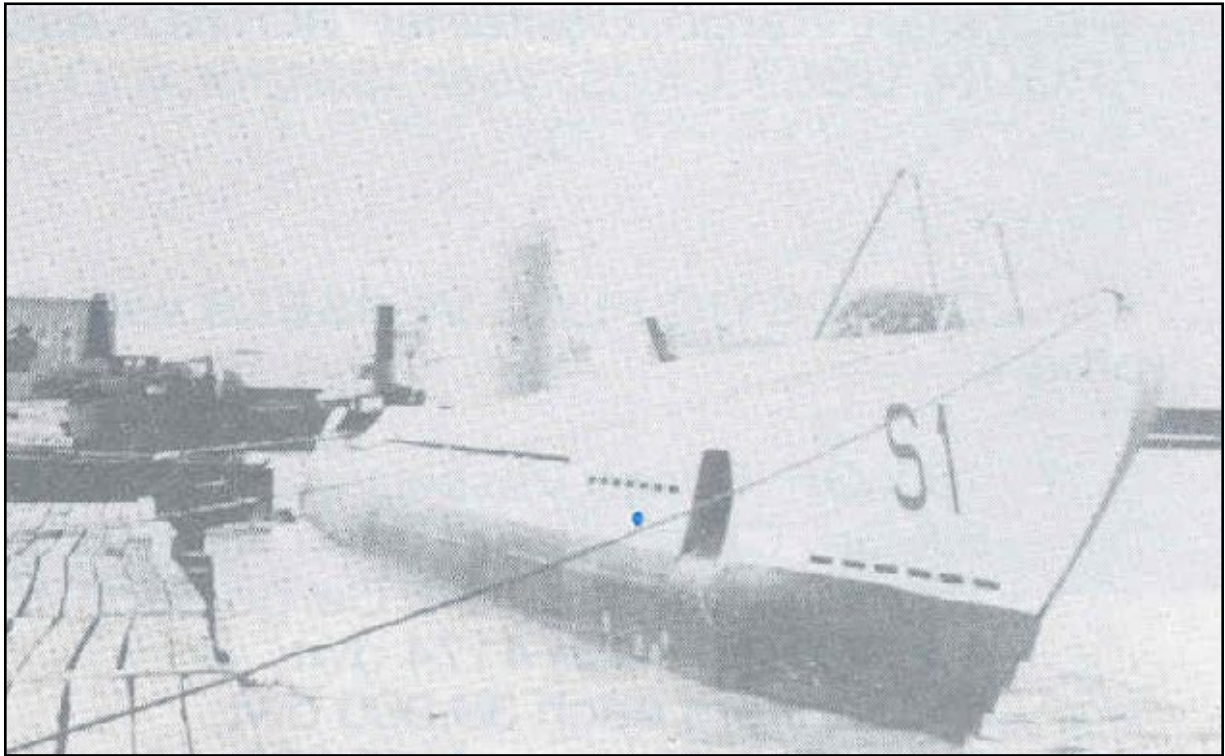
Aici, la Galați, începând cu 1960 s-au construit multe nave.

Șantierul, în ansamblu, reprezintă o societate comercială, dispunând de compartimente proprii de marketing, pentru tranzacții de vânzare/cumpărare cu partenerii interni și externi de proiectare și inginerie tehnologică, toate în deplină concordanță cu cerințele armatorilor și ale societăților de clasificare.

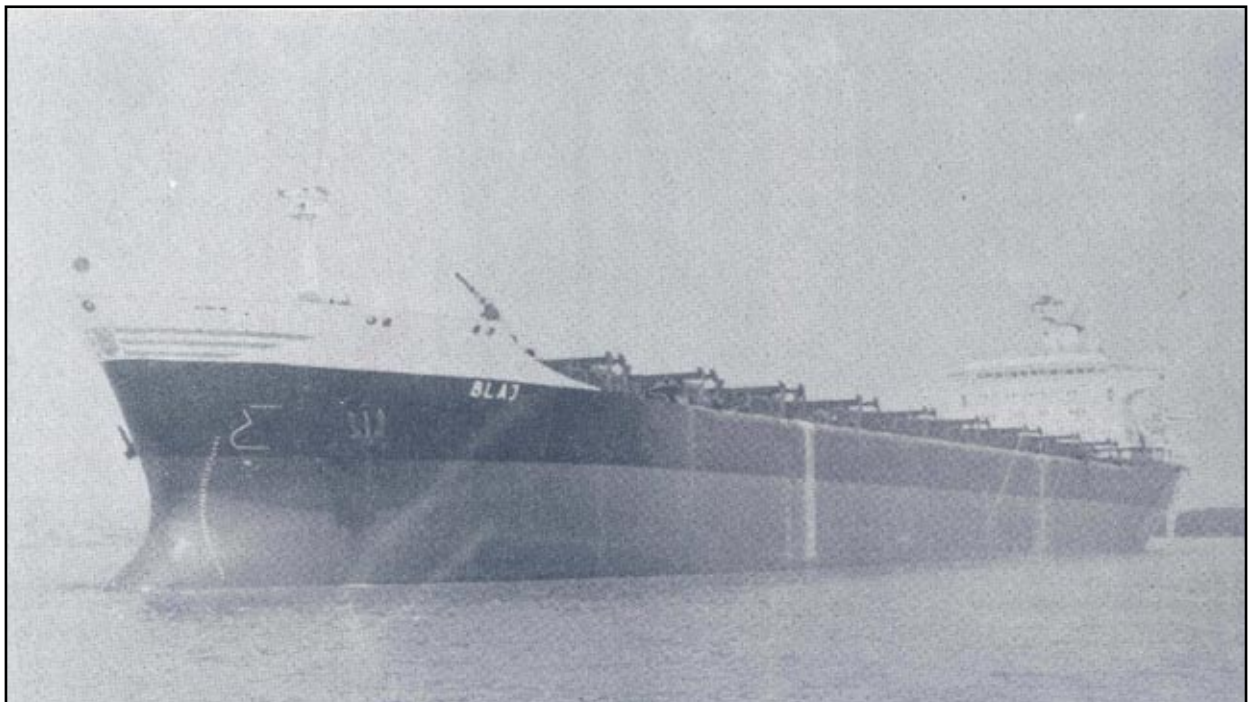
Dispunând de întreg setul tehnic de facilități pentru profilul său, de o forță de muncă adecvată, Șantierul Naval Galați este un partener serios pentru orice armator și societate de clasificare.

Astăzi, în portofoliul de comenzi sunt peste 30 de nave noi, însumând sute de mii tdw. pentru armatori străini.

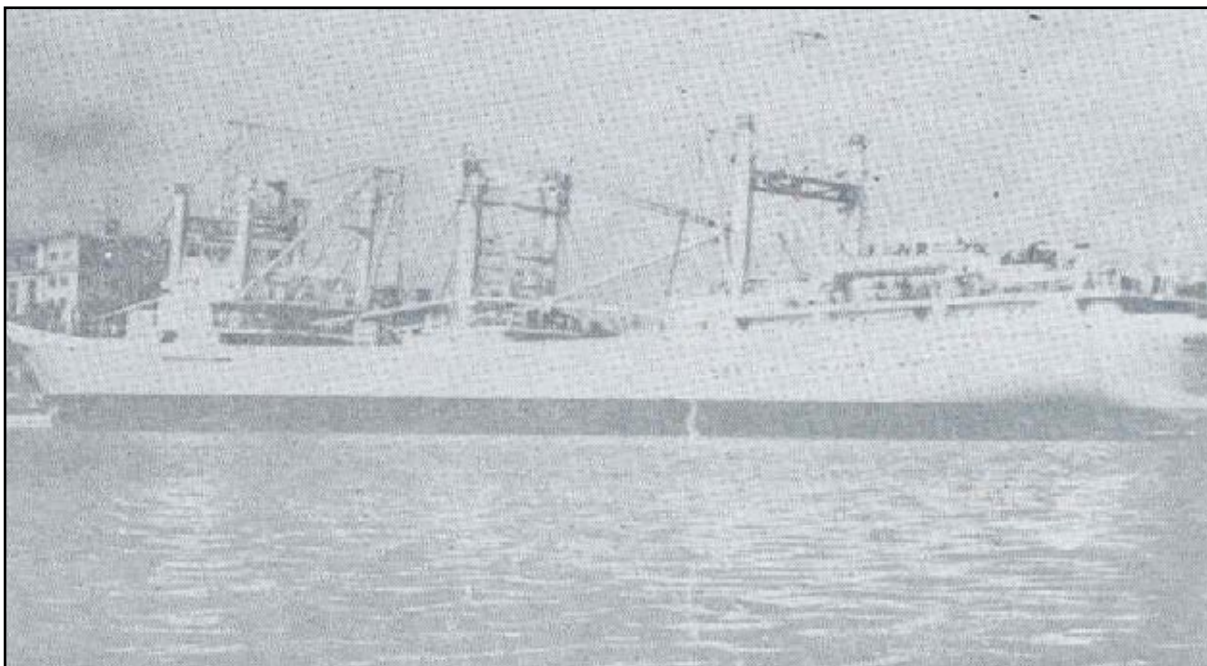
Șantierul are astăzi capacitatea să răspundă cu promptitudine solicitărilor partenerilor și este dispus oricărei colaborări.



Submarine S 1



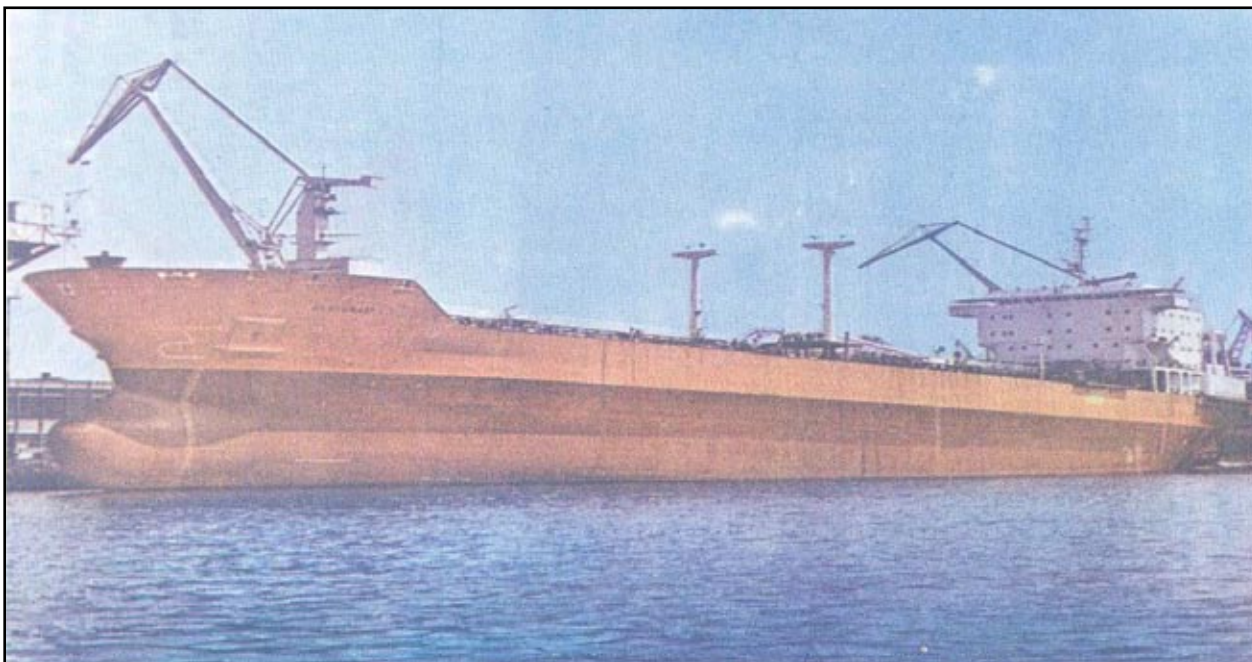
**Bulkcarrier of about 55000 DWT
Owner „Navrom” Constanța - România**



Cargo vessel - Galați



**Offshore Jack up drilling unit
Owner „ Petromar” Constanța – România**



OIL TANKER of about 39000 DWT
Owner „ Petromar” Constanta – Romania

Pe 25 martie 1999, Holland DAMEN SHIPYARDS Group, a devenit acționar majoritar în S.C. Șantierul Naval Galați S.A.

Sunt ani de cooperare constructivă între SNG și DAMEN SHIPYARD Hoogezand, care au avut ca rezultat o îmbunătățire financiară a Damen Group.

Deși competiția internațională este foarte puternică în industria constructoare de nave, ambele, SNG cât și DAMEN SHIPYARDS Group, sunt convinse să formeze o alianță puternică, putând face față cu succes competiției.

Continuarea suportului și maximului efort al tuturor angajaților este esențial pentru a conduce SNDG în fruntea șantierelor din Europa.

Suntem convinși că SNDG va menține poziția de leader în industria de construcții navale. Integritatea politicii practicate pentru atingerea scopurilor va conduce la obținerea de noi comenzi pentru DAMEN Group și implicit la stabilitatea socială.

Activitatea în S.N.D. Galați se împarte astfel:

a. Docul uscat împărțit în două camere: unul uscat pentru nave noi și unul umed pentru lansări; docul uscat este deservit de o macara de 320 t, capacitatea de construcție este de 60.000 dwt.

- Dimensiuni - 230 m x 35 m x 6 m.

- Trei macarale de serviciu de 320 tone, 50 tone și 15 tone.

b. Rampa de lansare laterală are două linii de construcție a navelor de 26.000 dwt.

- 16 sănii la distanțe de 10 m.

- macarale de 40 tone

c. Cala de lansare bazin cu o singură linie de montaj, pentru construcția de nave de 12.000 dwt.

- 24 sănii la 8 m.

- macara de 40 tone.

1.2. SCURTĂ PREZENTARE A S.N.D.G.



Imaginea de ansamblu a Santierului naval DAMEN



Cala de montaj si de lansare numarul 2



Cala de montaj si de lansare numarul 1



Lansarea navei la apa.

Tipuri de nave construite în Şantierul Naval şi elementele structurale:

Safety chemical oil tk.8.150 dwt. Double ended Ro-Ro ferry



- Stan Tug 4511



- Heavy Lift Vessel 2x800 tone



- Bouy Laying Vessel,



- River Liner 1145 Car Carrier,



- Research Vessel,



- Combi feeder 800 TEU



- Combi Freighter 10,500 dwt



- Hydrographic Survey Vessel



- Logistic Support Vessel,



- Landing Platform Dock,

Logistic Support Vessel Landing Platform Dock



- Pipe Lay Barge,



- Tugs&Workboats,



- Barje,etc.

- Cargo Vessels 4500 dwt. – universal
- Cargo Liners 18.000 dwt.
- Grl. Cargo 15.000 dwt. – multifuncțional
- RO / RO 4174 dwt.
- Tankers 39.000 dwt. – tancuri petroliere
- Bulkcarriers 55.000 dwt.
- TEU Container Carriers
- Sea Tugs 4.800 HP
- River Barges 3.000 to. - barjă
- Grl. Cargo 7.500/8.750 dwt. – mărfuri generale
- Grl. Cargo 15.000 dwt.
- TEU Container Carrier
- Tankers 39.000 dwt.
- Drilling Rigs Cantilever type
- Grl. Cargo RO/RO 1240 dwt.

Capitolul 1

GENERALITĂȚI PRIVIND CONSTRUCȚIA NAVEI

1.1. DESCRIEREA NAVEI

Nava poate fi împărțită în mai multe complexe constructive, cum ar fi: corpul, suprastructura, instalația energetică și alte mecanisme în compartimentul mașini, propulsorul, instalații de punte, instalații de tubulaturi, echipamente electrice.

Partea principală a fiecărei nave o reprezintă corpul acesteia – perfecțiunea formelor sale, construcția și materialul din care este realizat, determinând calități de bază, ale fiecărei nave în ansamblu. Corpul navei constă dintr-un înveliș etanș care în interior este întărit cu cadre transversale și longitudinale ce compun structura navei.

Partea inferioară a corpului – fundul navei

Părțile laterale - bordaje

Partea superioară - punte principală

Extremitatea anterioară - prova - Pv.

Extremitatea posterioară - pupa - Pp.

Toate corpurile de navă sunt simetrice în raport cu un plan longitudinal, care în condiții normale de plutire este vertical = plan diametral P.D.

Partea din dreapta – pentru observatorul situat în planul diametral care privește în sensul normal de înaintare al navei, se numește tribord (Tb.), iar partea din stânga, babord (Bb.).

În mod obișnuit, la extremitățile navei, bordajele se închid prin elemente special construite, denumite, la prova etravă, iar la pupa, etambou.

De-a lungul planului diametral, părțile laterale ale fundului, se unesc între ele printr-o tabla mai groasă sau printr-o întăritură din profil laminat – chila.

Orice navă se proiectează pentru o anumită limită de încărcare la care se consideră suprafața liniștită, iar nava în staționare. Planul orizontal, suprapus cu suprafața apei – planul plutirii de calcul, care împarte nava în două părți principale: partea imersă (scufundată în apă) – carena (opera vie) și partea emersă (situată deasupra nivelului apei) – opera moartă.

1.1.1. Etape principale de construcție ale unei nave:

- Debitarea elementelor structurale ale navei;
- Execuția reperelor de țeavă;
- Asamblarea elementelor structurale ale navei;
- Saturarea secțiilor;
- Montarea secțiilor pe cala de lansare – formarea navei;
- Predarea tehnică a corpului;
- Lansarea navei la apă;
- Armarea navei;
- Probe de casă și probe de mare;
- Livrarea navei.

1.1.2. Tipuri de nave:

1. Din punct de vedere al utilizării:

a. Nave transport mărfuri:

- Mărfuri generale
- Mărfuri specializate - solide - granulate (cărbune, minereu, cereale)
- pachete (lemne)
- lichide
- gaze
- Mărfuri universale
- Mărfuri refrigerate
- Transport special – Roll-on/Roll-off

- b. Nave transport pasageri
- c. Nave mixte – pasageri și mărfuri
- d. Nave exploatare piscicolă:
 - pescuit
 - prelucrarea peștelui
 - transport pește prelucrat
 - multifuncțional
- e. Nave speciale:
 - asigurarea navigației – remorchere, pilotine, spărgătoare de gheață, stins incendii, salvatoare, etc.
 - nave școală
 - nave pentru cercetări
- f. Nave tehnice: docuri plutitoare, macarale plutitoare, pontoane
- g. Nave pentru agrement și sport.

2. Din punct de vedere al zonei de navigație:

- a. Nave maritime – navigație nelimitată, costieră, nordică, port-radă;
- b. Nave fluviale – transport fluvii, canale, lacuri;
- c. Nave pentru navigație mixtă.

3. Din punct de vedere al materialului de bază al corpului navei:

- a. Nave metalice – oțel
- b. Nave din lemn
- c. Nave din mase plastice
- d. Nave mixte – materiale combinate.

4. Din punct de vedere al instalației energetice și de propulsie:

- a. Nave nepropulsate - tracțiune, împingere;
- b. Nave propulsate
 - turbină cu gaze
 - motoare cu combustie internă – Diesel, cap incandescent, carburator;
 - motoare electrice.

Navele și componentele acestora, se construiesc pe baza următoarelor norme:

- Registre de clasificare;
- Convenția internațională privind ocrotirea vieții umane;
- Convenția internațională împotriva poluării;
- Convenția internațională a liniilor de încărcare;
- Convenția internațională pentru tonaj.

1.2. STRUCTURA CORPULUI NAVEI

1.2.1. Părțile principale ale corpului navei

Corpul navei este compus dintr-un înveliș etanș rigidizat în interior prin pereți și osatura corpului (coaste, varange, longitudinale, suporti longitudinali, traverse, montanți).

Corpul este împărțit în următoarele zone principale:

- prova - partea din fata a navei în direcția de mers
- pupa - partea din spate a navei
- fund - partea inferioară a navei
- borduri - părțile laterale ale navei
- punte - partea superioară a navei
- suprastructura - partea navei construită deasupra punții principale
- teuga - suprastructura din prova navei
- duneta - suprastructura din pupa navei

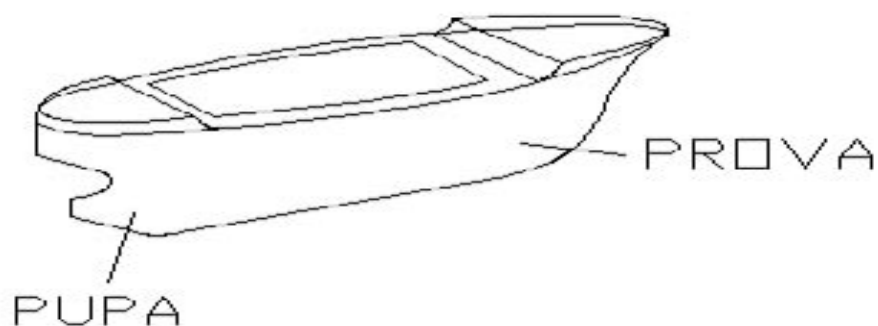


FIG. 1

- tribord - partea din dreapta privind în direcția de înaintare a navei (privind din pupa spre prova)
- Fig. 3
- babord - partea din stânga privind în direcția de înaintare (privind din pupa spre prova) – Fig. 3

1.2.2. Planuri de referință

- linia de bază - plan orizontal care la navele clasice materializează tabla fundului navei



FIG. 2

- planul diametral – plan vertical în lungul navei care împarte nava în două părți identice

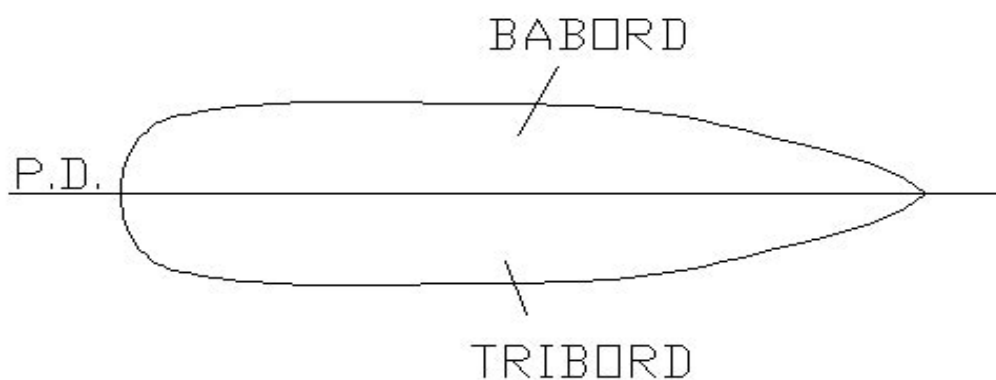


FIG. 3

- cuplu maestru - plan vertical perpendicular pe planul diametral la mijlocul navei care împarte nava în două pupa și prova

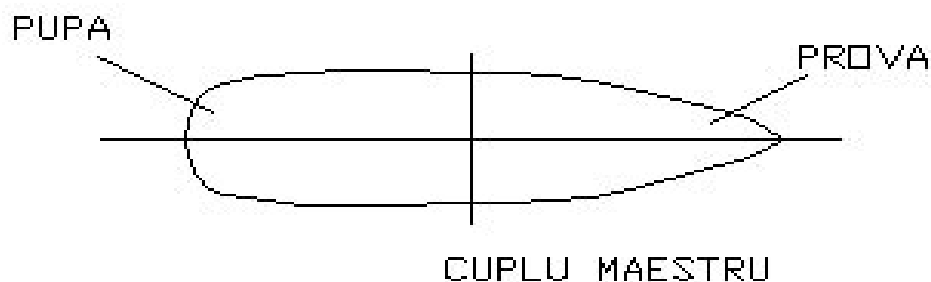


FIG. 4

1.2.3. Detalii de structură a zonelor de navă

a. Zona pupa

– Etambou – structură pupa unde se îmbină învelișul pupa tribord cu învelișul pupa babord (fig. 5).

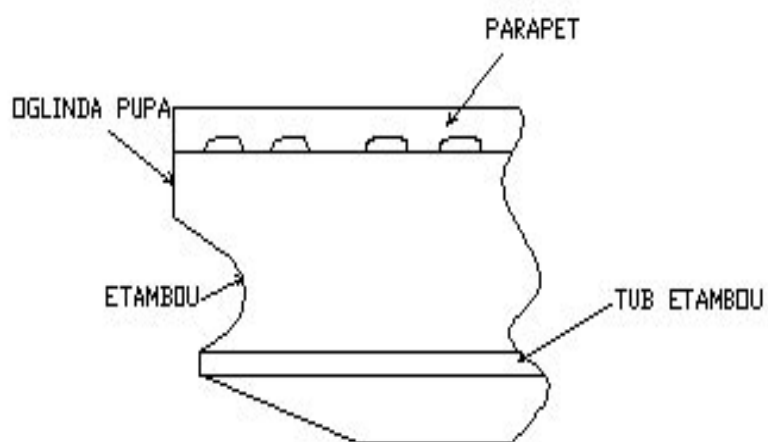


FIG. 5

În general, îmbinarea celor două învelișuri se face pe o tablă groasă

- Tubul etambou – structura constituită în general din bușe (oțel turnat) și tub de protecție prin care trece linia de axe (arborele port-elice) (fig 5).
- Oglinda pupa – parte a învelișului corpului de la extremitatea pupa a navei (fig. 5).
- Parapet – o structură neetanșă deasupra punții libere care servește ca măsură de siguranță pentru personalul navei împotriva căderii peste bord (fig. 5).

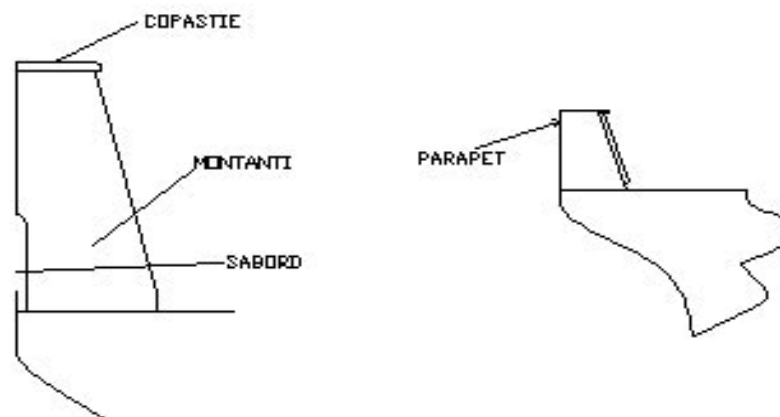


FIG. 6

b. Zona centrală

În zona centrală, în general, se regăsesc următoarele detalii de structura navei (Fig. 7).

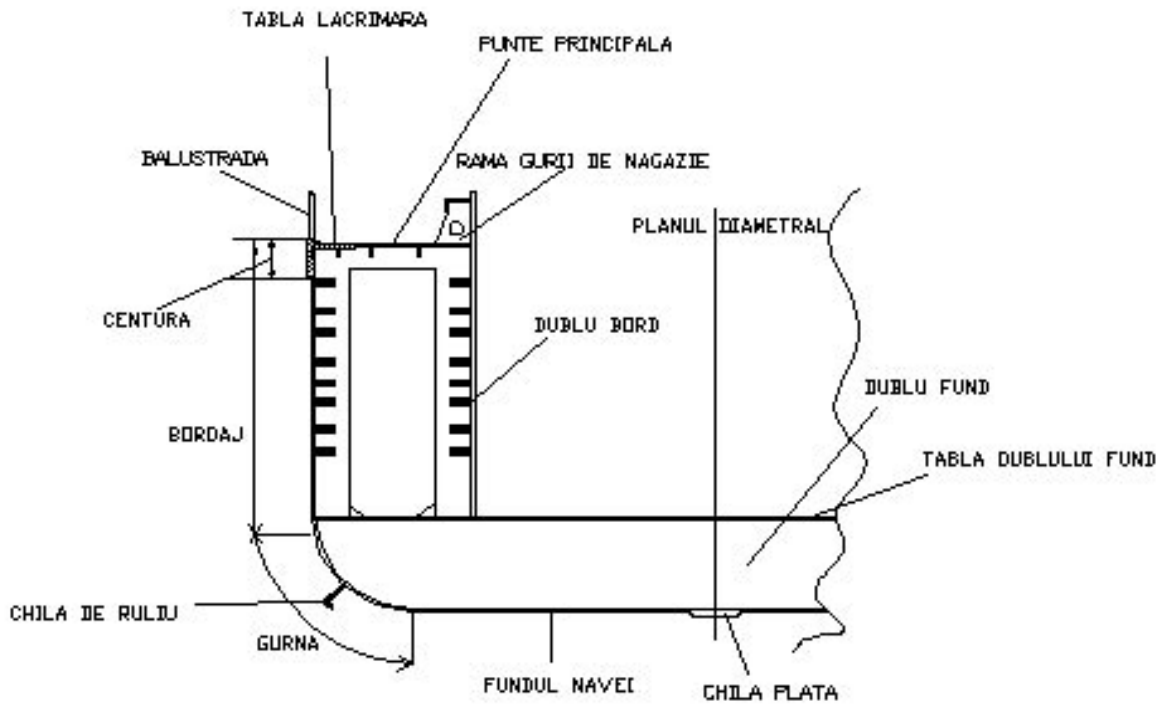


FIG. 7

- fundul navei – parte de înveliș în partea inferioară a navei constituită din table îmbinate cap la cap, amplasate longitudinal
- chila plată – tablă din zona planului diametral din învelișul navei. Aceasta fâșie de tablă se întinde de la pupa la prova și este îngroșată
- gurna – parte din învelișul navei, curbată, care face legătura între fund și bord
- bordaj – parte laterală (Tb și Bb) din învelișul corpului navei, delimitează lateral nava.
- centură – șirul de table îngroșate din învelișul corpului navei din zona de îmbinare dintre bordaj și punte.
- punte principală – este partea de rezistență și se întinde de la pupa la prova
- puntea superioară – este puntea cea mai de sus, continuă pe întreaga lungime a navei.
- puntea inferioară/ intermediară – este puntea de sub puntea superioară
- tabla lacrimară – șirul de table din învelișul punții principale care se îmbină cu bordajul. În general, este tablă îngroșată (fig. 8).

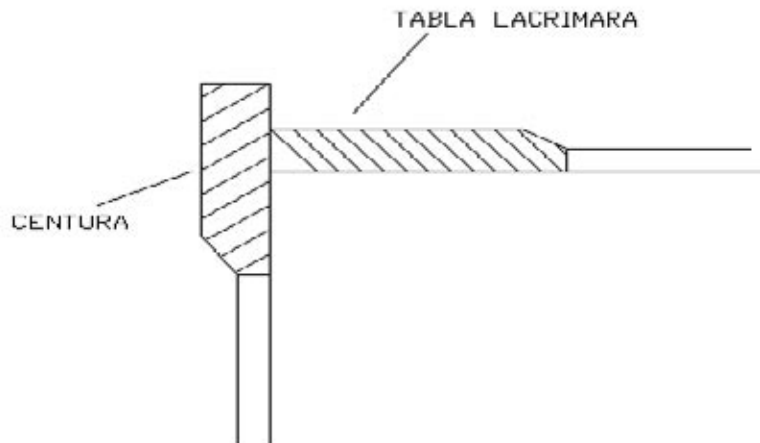


FIG. 8

- rama gurii de magazie – structura întărită care delimitează magaziile de marfă și susțin capacele magaziiilor de marfă. Rama gurii de magazie se împarte în:
 - rama gură de magazie longitudinală (Fig. 9A)
 - rama gura de magazie transversala (Fig. 9A)

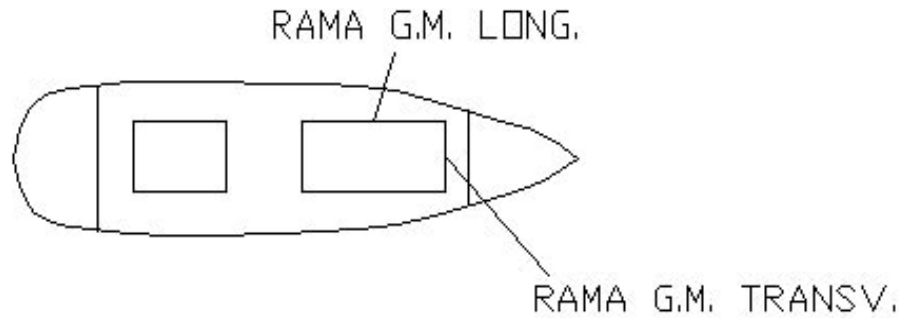


FIG. 9A

În general, o structură de ramă gură de magazie este ca în fig. 9B.

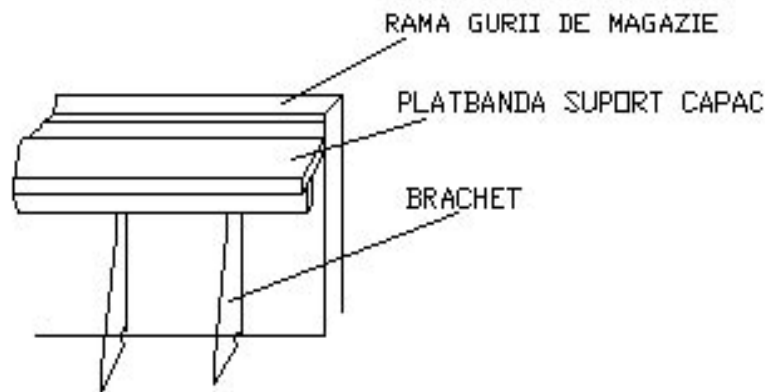


FIG. 9 B

- dublu fund – spațiu închis între fund și table dublu fund
- dublu bord – structura longitudinală paralelă cu bordajul ce limitează lateral magaziile
- balustrade – structura deasupra punților libere alcătuită din bastoane verticale amplasate de-a lungul bordajului, legate între ele prin bare de oțel rotund (țevi) (Fig.10).

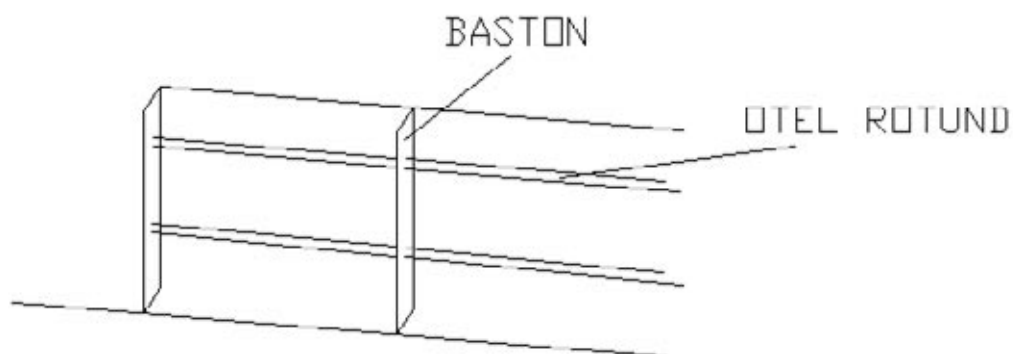


FIG. 10

c. Zona prova

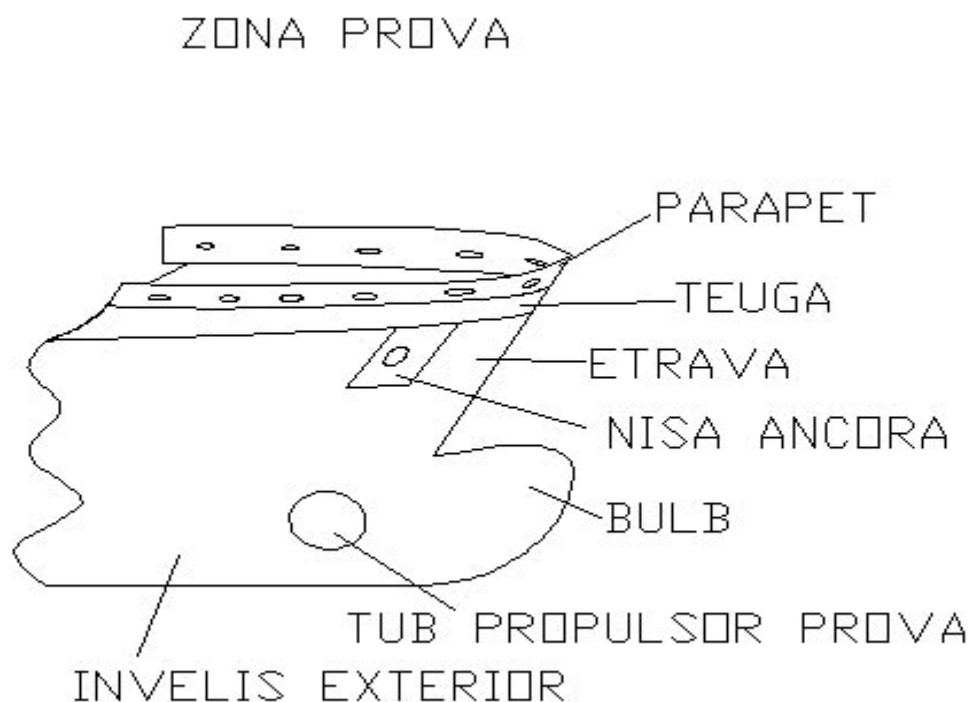


FIG. 11

- tub propulsor prova – structură ce comunică dintr-un bord în celălalt (Tb, Bb). Zona de amplasare a propulsorului (Fig. 11).
- bulb – structură masivă prova cu rol de sparge-val prova (Fig 11).
- etravă – structură întărită prova unde se îmbină învelișul celor două bordaje în zona prova (Fig. 12).

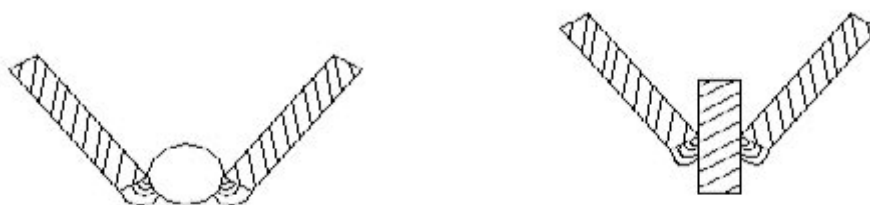


FIG. 12

- nișa de ancoră – structură întărită cu decupare în corpul navei folosit pentru așezarea navei la post (Fig. 11).
- teugă (Fig 11).
- parapet (Fig 11).

d. Pereți

- transversali etanși – sunt structuri interioare ce au rolul de a rigidiza corpul navei și a împărți spațiul din interiorul navei în compartimente etanșe. Structura pereților etanși în general se compune din tabla întărită cu elemente verticale ce poartă denumirea de montanți și întărituri orizontale
- pereți etanși: - peretele picului prova: primul perete etanș din prova
- peretele picului pupa: peretele etanș din extremitatea pupa
- pereți etanși în zona centrală a navei

1.2.4. Osatura corpului navei

Învelișul corpului este rigidizat prin schelet sau osatură. De asemenea, rigidizarea corpului mai este asigurată și de pereții transversali.

Osatura corpului navei se compune din rânduri de grinzi încrucișate. Unele grinzi sunt așezate transversal și formează osatura transversală, iar altele sunt așezate longitudinal, formând osatura longitudinală.

a. osatura transversală

- varange – osatura transversală care rigidizează fundul (Fig 13).
- coaste – osatura care rigidizează bordajul (Fig 13).
- traverse – osatura care rigidizează punțile (Fig 13).
- guseu – element structural care face legătura între elementele osaturii transversale (Fig. 13).

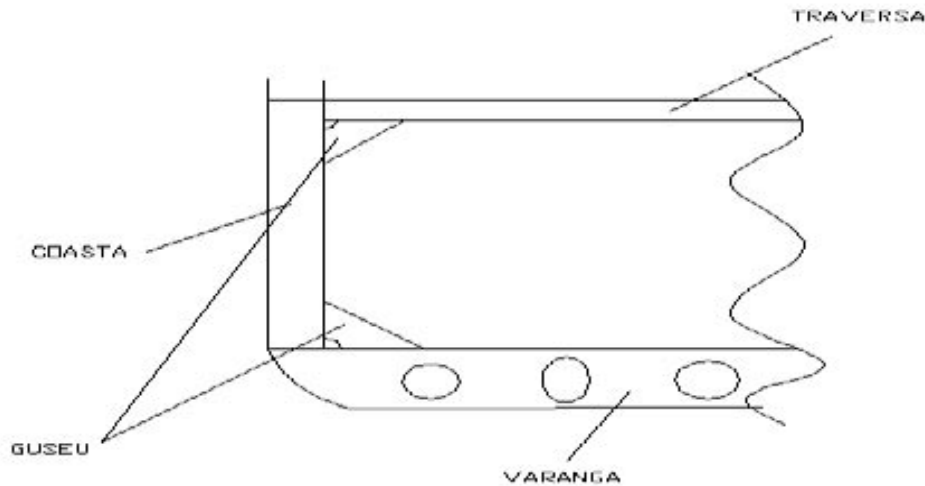


FIG. 13

- distanța intercostală – distanța între cadre

În structura corpului navei pot exista și elemente transversale – coaste, traverse – cu secțiuni mult mai mari decât cele obișnuite. Acestea se numesc coaste întărite și traverse întărite.

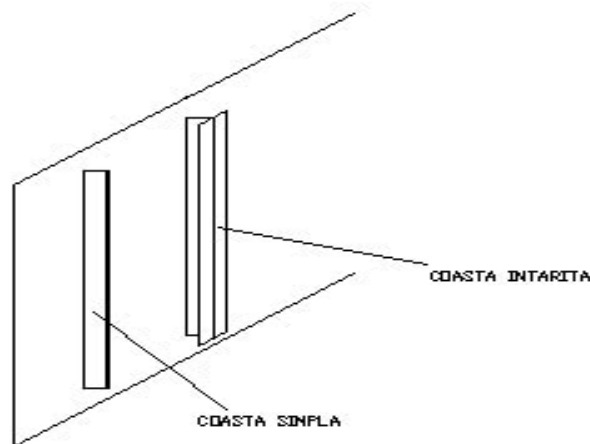


FIG. 14

b. osatura longitudinală

Se intersectează cu osatura transversală de regulă, la 90 grade și este amplasată în lungul navei.

Elementele de osatură longitudinală:

- carlinga centrală – element de osatură longitudinală care rigidizează zona fundului amplasat în PD la nivelul varangelor (Fig 15).

- carlinga laterală – asemenea carlingii centrale – amplasată în borduri (Fig. 15).

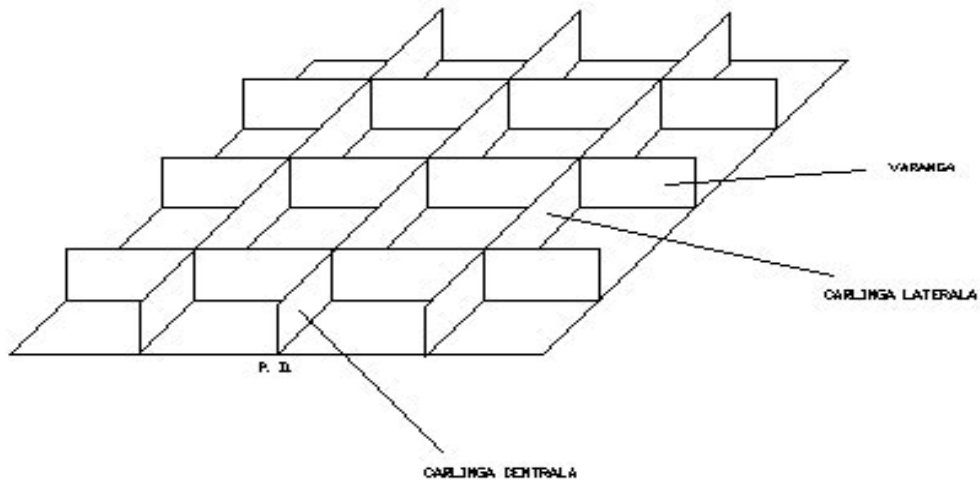


FIG. 15

- stringheri – elemente longitudinale orizontale ce rigidizează bordurile (Fig. 16).

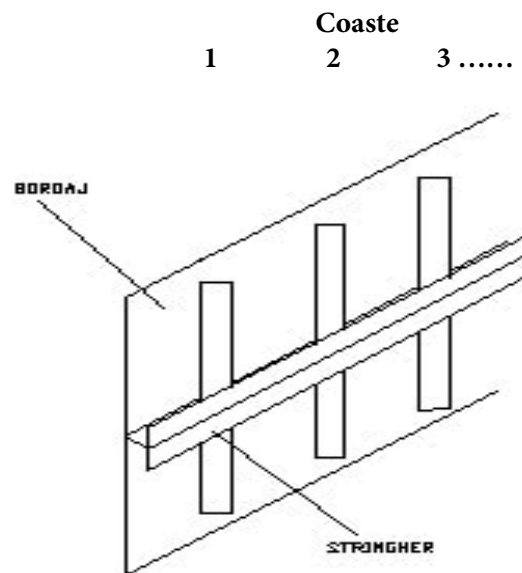


FIG. 16

- curenți de punte – grinzi longitudinale care fac parte din osatura punte.

Capitolul 2

GENERALITĂȚI PRIVIND SUDAREA CU ARC ELECTRIC

2.1. DEFINIȚIA SUDĂRII

Sudarea reprezintă operația de realizare a unei îmbinări nedemontabile între două sau mai multe piese metalice, utilizând încălzirea locală și/sau presiunea, cu sau fără folosirea unui material de adaos, corespunzător materialelor de îmbinat.

2.2. PROCEDEE DE SUDARE

2.2.1. Clasificarea procedeelor de sudare cu arc electric

a) după felul arcului :

– sudarea cu arc descoperit - arcul arde în aer amestecat cu vapori proveniți de la arderea învelișului electrodului și a materialului de bază.

Exemplu: sudarea manuală cu electrozi înveliți – simbolizare 111 sau MMA (manual metal arc) sau SMAW (shielded metal arc welding)

– sudarea cu arc acoperit – arcul arde sub strat de material protector

Exemplu: sudarea automată sub strat de flux – simbolizare 121 sau SAW (submerged arc welding)

– sudarea cu arc protejat – arcul arde în atmosferă de gaze protectoare (argon, heliu, H_2 , CO_2 , mastic de gaze) ce protejează baia de sudură de acțiunea aerului înconjurător:

Exemplu: - sudarea MAG (metal active gaz) cu sârmă plină – simbolizare 135 sau GMAW (gas metal arc welding)

- sudare MAG cu sârmă tubulară – simbolizare 136 sau FCAW (flux cored arc welding)

- sudare MIG (metal inert gaz) – simbolizare 131

- sudare WIG/TIG (wolfram/tungsten inert gaz) – simbolizare 141 sau GTAW (gas tungsten arc welding)

b) după tipul electrodului :

– cu electrozi fuzibili: 111, 121, 135, 136

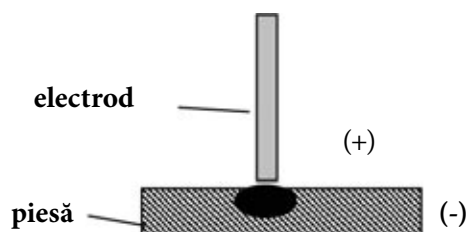
– cu electrozi nefuzibili (wolfram): 141

c) după natura curentului electric :

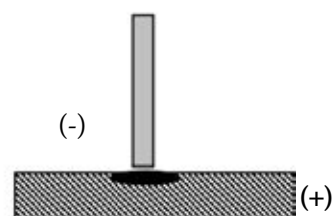
– sudarea cu arc electric de curent continuu : CC sau DC – sudare cu convertizoare, redresoare sau invertoare:

- sudarea cu polaritate inversă - electrod legat la “ + ” (anod) – CC^+ (DC^+)

- sudarea cu polaritate directă - electrod legat la “ - ” (catod) – CC^- (DC^-)



sudare cu polaritate inversă DC^+



sudare cu polaritate directă DC^-

– sudarea cu arc electric de curent alternativ - rolul de catod și anod alternează între electrod și piesă cu frecvența curentului – sudarea cu transformatoare.

d) după gradul de mecanizare:

- sudare manuală – deplasarea electrodului se face manual
- sudare semimecanizată – sârma avansează mecanizat cu ajutorul derulatorului, iar deplasarea în lungul cusăturii se face manual (ex. sudarea MAG)
- sudare mecanizată – atât avansul sârmei, cât și deplasarea în lungul cusăturii, se fac mecanizat (ex. sudarea sub flux)
- sudare robotizată – locul operatorului este luat de robot

2.3. SURSE TERMICE PENTRU SUDAREA PRIN TOPIRE

Sursele termice utilizate pentru sudarea prin topire sunt arcul electric, jetul de plasmă, fasciculele de particule, baia de zgură, precum și o serie de reacții chimice exoterme (ex. flacăra de gaz).

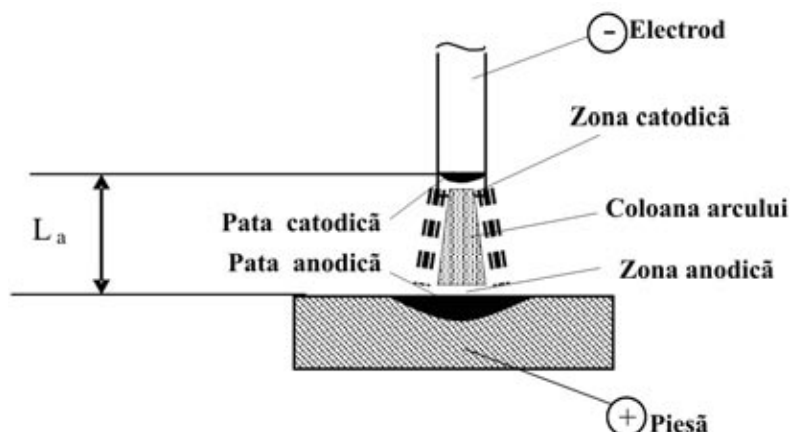
2.3.1. Cerințe privind sursele termice

Pentru încălzirea materialului în vederea sudării este necesară o sursă termică care să asigure următoarele:

- să opereze la o temperatură semnificativ mai mare decât temperatura de topire a materialului care se sudează; dacă diferența de temperatură este mică, căldura se transmite de la locul îmbinării în material aproape la fel de repede cum este introdusă, ca atare devin dificile încălzirea materialului la temperatura dorită și menținerea zonei la o lățime rezonabil de mică;
- să concentreze căldura într-o zonă restrânsă; sursele care își dezvoltă căldura pe o suprafață mare, ca și cele recomandate pentru lipire, nu se pot utiliza în condiții normale pentru sudare;
- să aibă o capacitate de încălzire suficient de înaltă; cantitatea totală de căldură sau fluxul termic necesare depind nu numai de caracteristicile fizice ale materialului, dar și de configurația și dimensiunile îmbinării;
- să fie reglabilă și să-și păstreze caracteristicile constante pe tot parcursul sudării.

2.4. ARCUL ELECTRIC DE SUDARE

Este o descărcare electrică între electrod și piesa de sudat, legate la o sursă de curent și este însoțit de degajare intensă de căldură și lumină. Principala funcție a arcului electric este generarea căldurii, coloana arcului putând ajunge la temperaturi de peste 5000° C.

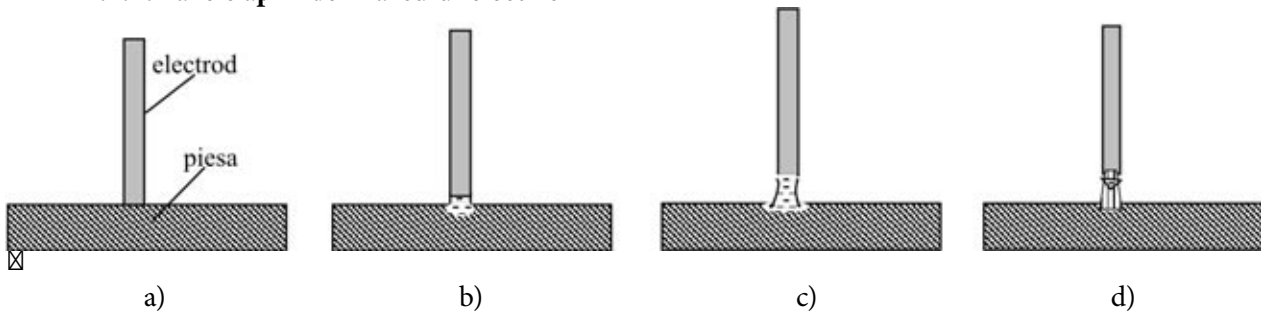


2.4.1. Zonele arcului electric :

- Pata catodică – sursă de emisie de electroni liberi
- Pata anodică – supusă bombardamentului de electroni

- Coloana arcului – zona dintre electrod și piesă
- Lungimea arcului (L_a) – distanța dintre capătul electrodului și suprafața băii de sudură:
- arc normal – lungimea arcului $\approx$ diametrul electrodului (recomandat)
- arc scurt – lungimea arcului $<$ diametrul electrod.
- arc lung – lungimea arcului $>$ diametrul electrodului

2.4.2. Fazele aprinderii arcului electric



- a) electrodul este adus în contact cu piesa
- b) topirea capătului electrodului și a materialului de bază
- c) se îndepărtează electrodul de piesă iar temperatura metalului se ridică
- d) se produce o fierbere a metalului și apare arc electric

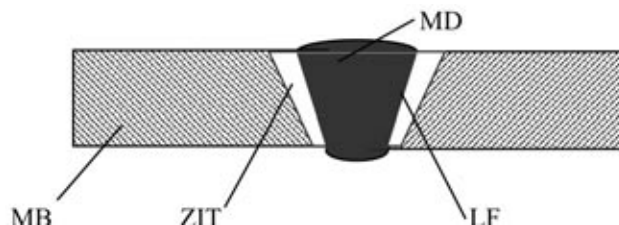
2.5. ÎMBINAREA SUDATĂ

2.5.1. Definiție

Îmbinarea sudată este produsul operației de sudare.

2.5.2. Elementele îmbinării sudate :

- a) constructive



MB – materialul de bază; materialul care se sudează

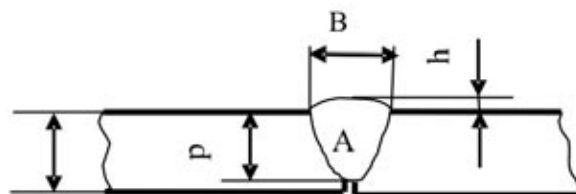
MD – metal depus (cusătură)

LF – linia de fuziune; delimitează sudura de materialul de bază

ZIT – zona influențată termic – porțiunea din materialul de bază rămasă în stare solidă, dar a cărei structură s-a modificat în timpul sudării

- b) geometrice

– îmbinări cap la cap



B – lățimea sudurii

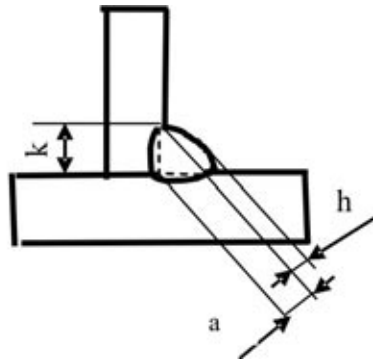
h – supraînălțarea sudurii

p – pătrunderea sudurii

S – grosimea materialului de bază

A – aria (secțiunea sudurii)

– îmbinări de colț



a – grosimea (calibrul sudurii) – înălțimea triunghiului înscris în aria cusăturii

k – cateta sudurii

h – supraînălțarea sudurii

Condiții impuse unei îmbinări sudate

Cerința de bază pe care trebuie să o îndeplinească o îmbinare sudată este de a asigura integral funcționalitatea în ansamblul din care face parte, concomitent cu realizarea ei în condiții tehnice și economice optime.

Funcționalitatea se referă la:

- asigurarea cerințelor de exploatare pe toată durata de utilizare, din punct de vedere al:

- rezistenței mecanice
- rezistenței la fisurare
- rezistenței la coroziune
- rezistenței la solicitări termice etc.

- asigurarea formei și dimensiunilor cordonului de sudură corespunzătoare

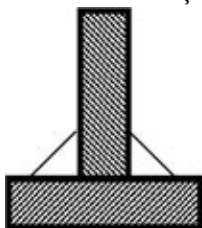
2.5.3. Clasificarea îmbinărilor sudate

a) după forma transversală a cusăturii

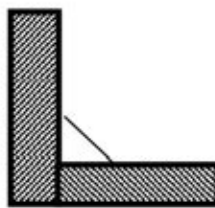
– îmbinări cap la cap



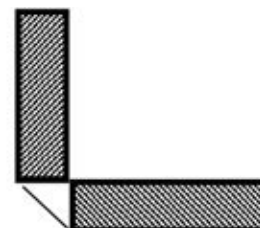
– îmbinări de colț



în T



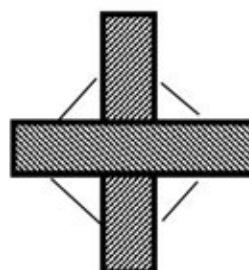
în colț interior



în colț exterior

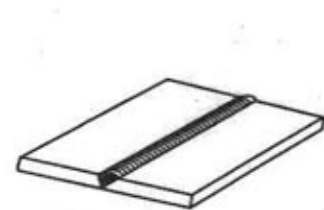


colț suprapus



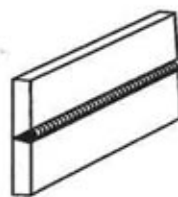
în cruce

b)după poziția de sudare



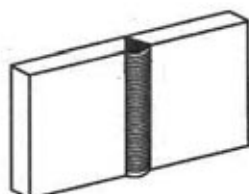
1G/PA

Cap la cap orizontal



2G/PC

Cap la cap lateral
cornişă



3G ↑↓ /PF&PG

PF-cap la cap vert.asc.
PG-cap la cap vert.desc.

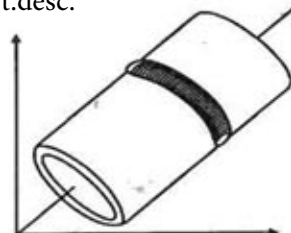


4G/PE

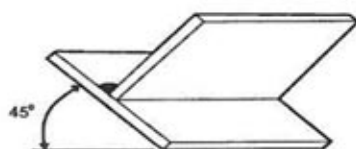
Cap la cap
peste cap



5G ↑↓ /PF&PG

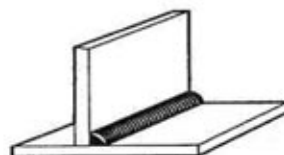


6G ↑↓ /HL045



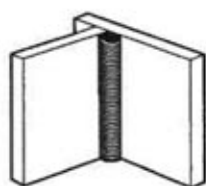
1F/PA

Colţ jgheab



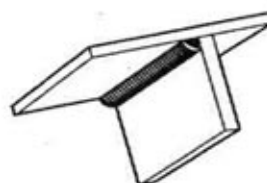
2F/PB

Colţ oriz.cu perete
vertical



3F ↑↓ /PF&PG

PF- colţ vert. ascendent
PG- colţ vert. descendent



4F/PD

Colţ peste cap

2.5.4. Reprezentarea pe desen a îmbinărilor sudate

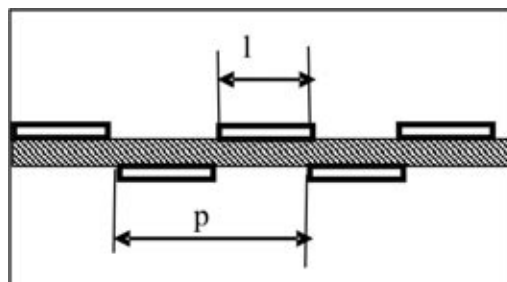
Simbolizare

Denumirea sudurii	Desen	Simbol
Îmbinare în "I"		
Îmbinare în "V" din ambele părți		∇
Îmbinare în "V" dintr-o singură parte pe suport ceramic		∇
Îmbinare în jumătate V sau 1/2"V"		∇
Îmbinare în "X"		X
Îmbinare în "K"		K
Îmbinare în "U"		U
Îmbinare de colț unilaterală continuă		Δ a – calibrul sudurii
Îmbinare de colț bilaterală continuă		Δ ^a a – calibrul sudurii

- îmbinare de colț discontinuă în zig-zag

simbol

l – lungimea haftului de sudură
a – calibrul sudurii
p – pasul



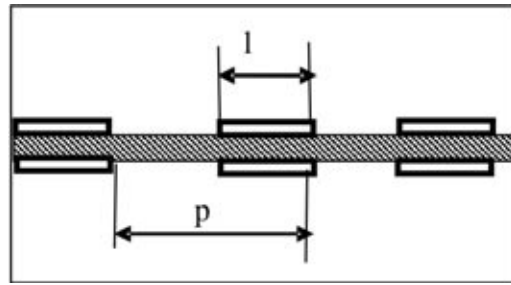
- îmbinare de colț discontinuă în lanț

Simbol 

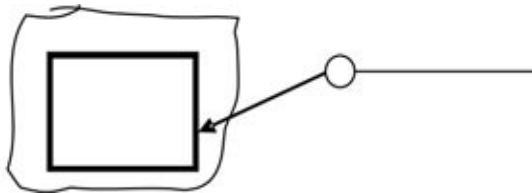
l – lungimea haftului de sudură

a – calibrul sudurii

p – pasul



- simbol suplimentar - sudură pe contur închis



- simbol suplimentar – sudură la montaj



2.6. UTILAJE PENTRU SUDARE

2.6.1 Generalități.

Utilajele de sudare se pot clasifica după următoarele criterii:

1. După procedeul de sudare:

- utilaje pentru sudarea în mediu de hidrogen atomic;
- utilaje pentru sudarea în mediu de argon sau heliu, cu electrod nefuzibil (W.I.G. sau T.I.G.);
- utilaje pentru sudarea în mediu de argon sau heliu, cu electrod fuzibil (M.I.G.);
- utilaje pentru sudarea în mediu de gaze active cu, electrod fuzibil (M.A.G.).

2. După felul curentului de sudare:

- surse de curent continuu;
- surse de curent alternativ;

Sursele de curent continuu sunt:

- generatoare rotative (convertizoare);
- redresoare pentru sudare.

Sursele de curent alternativ sunt:

- transformatoare pentru sudare;
- generatoare rotative de frecvență ridicată (150 ÷ 500)Hz.

3. După numărul de posturi de sudură pe care le alimentează simultan:

- surse cu un singur post;
- surse cu mai multe posturi.

2.6.2 Alegerea surselor de sudare

Felul sursei și al curentului de sudare se va alege în funcție de procedeul sau metoda de sudare, regimul de lucru, felul produsului și proprietățile materialului ce se sudează. Sursa pentru sudare se alege pornind de la necesitățile tehnologice, intensitatea curentului, regimul de lucru, felul electrozilor.

Puterea aleasă nu trebuie să fie prea mare, deoarece conduce la încărcarea necorespunzătoare a surselor, influențând negativ valoarea randamentului, a factorului de putere și a costului producției.

Există mai mulți factori care determină **alegerea corectă a mașinilor de sudare.**

A. Felul curentului

a. Nu există rețea de curent la locul de sudare; Curentul de sudare nu poate fi furnizat decât de un grup termic – generator de curent continuu.

b. Există rețea de curent continuu; Sudarea se poate face prin legarea directă a unor rezistențe de reducere a curentului.

c. Există rețea de curent alternativ; Se poate suda în curent continuu sau alternativ.

Sudarea în curent continuu:

1) Cu un motor de curent alternativ cuplat cu un generator de curent continuu.

2) Cu un redresor de sudare.

Sudarea în curent alternativ.

1) Cu transformator legat la rețea.

2) Cu convertizor de frecvență în curent alternativ sau cu transformator simplu.

B. Mărimea curentului. Criterii de alegere:

a. Diametrul electrodului ce se va folosi.

b. Cantitatea electrozilor ce vor fi utilizați.

c. Dimensiunile pieselor ce se sudează.

Este bine ca mașina ce se alege să nu fie supradimensionată.

Se va ține cont de electrozii cu diametrul mare care necesită curenți mari pentru topire corespunzătoare.

C. Durata relativă de sarcină.

2.6.3. Instrucțiuni de utilizare a echipamentelor de sudare.

Sudarea și tăierea cu arc pot fi vătămătoare dvs. și celorlalți.

Aveți grijă în timpul sudării, cereți la furnizor măsurile de siguranță ce trebuie să se bazeze pe datele de siguranță ale fabricantului.

Protejați-vă de radiațiile reflectate ale arcului electric.

Protejați-vă singuri și pe cei din jur împotriva arcului și stropilor rezultați din sudare.

Șocul electric poate fi fatal.

- instalați și împănțați echipamentul de sudare conform standardelor în vigoare.

- nu atingeți piesele electrice sau electrozii conectați, cu mânușile umede, îmbrăcămintea umedă sau cu pielea.

- împănțați-vă de la pământ și piesa de lucru.

- asigurați-vă că poziția de lucru este sigură.

Verificați conexiunile la rețeaua de alimentare.

- cablurile nu trebuie să fie strivite, să atingă marginile ascuțite sau piese calde.

- cablurile deteriorate prezintă totdeauna pericol de incendiu.

- instalația de sudare nu se amplasează în locuri cu umezeală sau în interiorul pieselor de sudat (containere, cabine, rezervoare etc.)

- conexiunile și schimbarea cablului de alimentare de la rețea și a fișei de conectare trebuie să fie efectuate numai de către un electrician competent.

Asigurați-vă că nici o butelie de gaz sau echipament electric nu sunt în contact cu conductoare sub tensiune.

- nu utilizați cabluri de sudură defecte.

- autoizolați-vă prin folosirea hainelor de protecție uscate și neuzate.

- nu sudați pe sol umed.

- nu amplasați pistolul MIG/MAG sau cablurile de sudură pe sursa de putere sau alt echipament electric.

- nu apăsați pe întrerupătorul pistolului MIG/MAG dacă pistolul nu este îndreptat spre piesa de lucru.

Nu priviți niciodată arcul fără o mască de protecție adecvată pentru sudare.

- arcul dăunează ochilor neprotejați.
- arcul arde pielea neprotejată.

Protejați-vă ochii și corpul. Folosiți ecranul de sudură și lentilele de filtrare și purtați îmbrăcăminte de protecție.

Protejați oamenii din jurul locului de muncă cu perdele sau ecrane corespunzătoare.

Fumul și gazele pot fi vătămătoare pentru sănătate.

- țineți capul departe de fum.
- folosiți ventilația, extracția la arc sau ambele pentru a îndepărta fumul și gazele din zona de respirat și din toată zona.

- luați măsuri speciale de protecție când sudați metale care conțin plumb, cadmiu, zinc, mercur sau beriliu.

- zgomotul excesiv poate dăuna auzului.
- Protejați-vă urechile. Utilizați antifoane sau altă protecție a auzului.
- Atenționați persoanele din jur asupra riscurilor.

Pericol de incendiu.

- scânteele pot produce incendii. De aceea, asigurați-vă că nu există materiale inflamabile în apropiere.

Acordați atenție regulilor de siguranță împotriva incendiilor. Sudura este totdeauna catalogată ca operație cu risc mare de incendiu.

Dacă trebuie sudat în locurile unde există materiale inflamabile sau explozibile trebuie evacuate aceste materiale din zonă înainte de a începe sudura propriu-zisă.

Locurile de muncă în care se sudează trebuie să fie totdeauna dotate cu extingtoare.

În conformitate cu art. 11 din Dec. 400/81, utilizatorul trebuie să respecte următoarele:

- să cunoască toate caracteristicile constructive și funcționale ale utilajului la care lucrează;
- să controleze zilnic starea tehnică a utilajului respectând normele de exploatare a acestuia și regimul de lucru stabilit, precum și verificarea bunei funcționări a dispozitivelor de siguranță a aparaturii de măsură și control;

- să folosească și să păstreze în conformitate cu regulile stabilite echipamentul de protecție și dispozitivele de siguranță;

- să se prezinte la serviciu în deplină capacitate de muncă pentru a putea exploata în bune condiții utilajul pe care îl deservește.

Montarea corectă a echipamentului tehnic electric astfel încât acesta să nu cadă, să nu se rostogolească sau să nu se deplaseze.

Pe traseul de desfășurare a cablului de alimentare, setului de cabluri și furtunuri trebuie să fie poziționate în așa fel să nu împiedice circulația.

Existența pe cablurile electrice de la cofret până la nava, cât și pe cablurile derulate pe navă a plăcuțelor indicatoare din material electroizolant din 5m în 5m cu inscripția **380 V. PERICOL DE ELECTROCUTARE;**

Agregatele de sudură și cablurile electrice nu vor fi deplasate sub tensiune;

Echipamentele de sudare și buteliile de gaz se vor proteja împotriva răsturnărilor, căderilor, loviturilor, obiectelor în cădere, precipitațiilor atmosferice și se va evita expunerea directă a acestora la soare în perioadele foarte calde.

Capitolul 3

PREGĂTIREA ÎN VEDEREA SUDĂRII

3.1. PREGĂTIREA MARGINILOR

3.1.1. Debitarea tablelor și profilelor se execută prin unul din procedeele folosite în mod curent: tăiere oxi-gaz, tăiere cu plasmă, tăiere cu foarfecă ghilotină. Prelucrarea canalului de sudură se execută în general prin tăiere oxi-gaz sau cu plasmă, de preferință la mașini automate sau portative.

Formele mai speciale (prelucrare U, U/ V, etc.) se prelucreză la mașini unelte sau prin alte procedee (cioplire cu pistolul pneumatic, polizare)

3.1.2. După debitarea sau prelucrarea prin tăiere oxi-gaz se curăță prin polizare zgura și metalul ars rezultate din tăiere

3.1.3. Bavurile cauzate de tăierea cu foarfeca ghilotină se polizează la nivel.

3.1.4. Adâncimea imperfecțiunilor muchiilor pentru sudare după debitare sau prelucrare nu trebuie să depășească limitele menționate în documentația de execuție (desene, manual de asigurare

Dacă nu este altfel specificat, adâncimea rizurilor nu va depăși 0,5 mm. Când aceste valori sunt depășite muchiile se îndreaptă prin polizare și unde este cazul, prin sudare și polizare.

3.1.5. Marginile tablelor (pieselor) ce se sudează (canal de sudură + zone alăturate pe o lățime de 10 ÷ 15 mm) trebuie să fie curate și să nu prezinte oxizi, rugină, grăsime sau alte impurități.

Curățarea marginilor în vederea sudării se execută prin periere sau prin polizare.

În situațiile în care grundul pasivant, depășește grosimea prescrisă de producător în fișa tehnică, ca accesibilă pentru sudare, pentru siguranța obținerii unor îmbinări de colț de bună calitate, se recomandă îndepărtarea grundului pasivant de pe marginile osaturii și table, conform fig.1, anexa1 (numai pentru procedeul MAG).

3.1.6. Tablele (piesele) ce urmează a fi sudate nu trebuie să fie umede în timpul prinderii în puncte de sudură. În cazul existenței umezelii, îmbinarea va fi uscată cu flacără oxi-gaz, sau printr-o altă metodă (ex.: cu jet de aer uscat și lipsit de urme de ulei).

3.1.7. Principalele forme și dimensiuni ale rosturilor utilizate în S.N.D.Galați, conform procedurilor de sudare avizate, sunt prezentate în Anexa 2.

Valorile permise ale nealinierii sau dezaxării tablelor și metode de corectare în cazul depășirii limitelor admise, vor fi conform Manual de asigurare a calității pe proiect.

3.2. PREÎNCĂLZIREA ÎN VEDEREA SUDĂRII

3.2.1. Preîncălzirea este operația prin care temperatura inițială a pieselor ce se sudează este modificată în sensul creșterii până la o anumită valoare stabilită prin tehnologia de execuție.

3.2.2. Efectul termic principal al preîncălzirii este acela de a reduce viteza de răcire a cordonului de sudură și a zonelor alăturate cu scopul de:

- a reduce probabilitatea apariției porilor, deoarece scade viteza de solidificare a băii de metal topit și astfel, gazele au timp să iasă,

- a reduce tensiunile reziduale din îmbinarea sudată în scopul reducerii deformațiilor și a apariției fisurilor în componentele ce se sudează,

- a reduce probabilitatea apariției fisurilor în timpul solidificării cordonului de sudură.

3.2.3. Atunci când sudarea propriu-zisă trebuie să se execute cu preîncălzit prinderea în puncte de sudură se va executa cu preîncălzirea locală a metalului de bază, la o temperatură egală cu temperatura de preîncălzire pentru sudare sau mai mare ca aceasta cu până la 50° C.

Preîncălzirea se execută lent și uniform cu flacără oxiacetilenică.

Se preîncălzește locul ce se prinde, precum și porțiunile alăturate pe o lățime de 4 ori grosimea tablei, însă nu mai puțin de 100 mm de ambele părți ale îmbinării.

Temperatura de preîncălzire se menține constantă pe toată durata sudării.

Temperatura de preîncălzire și temperatura între rândurile de sudură (interpas) se măsoară cu creioane termochimice.

Locul de măsurare va fi în imediata vecinătate a canalului de sudură (la 50-70 mm).

Pentru temperatura de preîncălzire și direct pe rândul sudat pentru temperature interpass.

Oriunde este posibil temperatura de preîncălzire se măsoară pe fața opusă feței încălzite.

Dacă acest lucru nu este posibil se așteaptă până când căldura penetrează toată grosimea piesei.

3.2.4. Nu se va efectua operația de prindere în puncte de sudură la temperaturi ale mediului ambiant sub -10°C , fără precauții speciale (preîncălzire).

3.2.5. Scule, dispozitive, aparate de control necesare efectuării operațiilor de pregătire și prindere în puncte în vederea sudării:

- instalații pentru sudare electrică manuală (redresoare , invertoare) prevăzute cu AMC-uri și verificate din punct de vedere al stabilității parametrilor de sudare reglați;
- cabluri pentru sudare ;
- clești portelectrod izolați pentru sudare ;
- cuptoare pentru uscat electrozi;
- cutii izoterme individuale, prevăzute cu capac etanș, pentru păstrare electrozi de sudare;
- șabloane, lere, ruletă, șublere pentru verificare forme, dimensiuni rosturi și puncte de prindere;
- lămpi de iluminat electric pentru verificare pregătire pentru sudare;
- polizoare și discuri abrazive pentru finisare și remediere margini îmbinări și zone alăturate, polizare puncte de prindere defecte sau prea groase,
- ciocane, perii de sârmă pentru îndepărtare zgură și stropi de sudură;
- arzătoare oxigaz pentru preîncălzire și uscare piese de sudat;
- termometre pentru măsurarea temperaturii mediului ambiant în sezonul rece

3.3. PRINDEREA ÎN PUNCTE DE SUDURĂ

1). Asamblarea prin prindere în puncte de sudură se execută prin procedeul de sudare electric manual cu electrozi înveliți.

2). Zgura și stropii de sudură se vor îndepărta obligatoriu.

3). Amorsarea arcului se face întotdeauna într-un punct ce urmează a fi acoperit cu sudură. Este interzisă amorsarea arcului electric în afara îmbinării, pe materialul de bază.

4). Dimensiuni puncte de prindere:

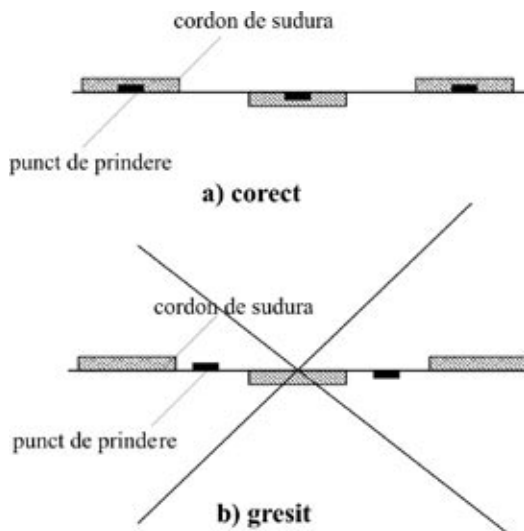
a. Grosimea punctelor de sudură pentru îmbinări cap la cap, trebuie să fie $0,6 \pm 0,7$ din grosimea materialului, dar max. 3 mm pentru piese până la 10 mm și $3 \div 6$ mm pentru piese cu grosimea mai mare de 10 mm (Fig. 2 - Anexa 1).

În cazul îmbinărilor de colț, punctele de prindere trebuie să aibă calibrul $0,8 \div 1$ din calibrul sudurii propriu-zise (Fig.2 - Anexa 1).

b. Lungimea unei suduri de prindere trebuie să fie de (2 - 2,5) ori grosimea materialului care se sudează, dar nu mai mare de 70 mm (Fig. 3 - Anexa 1).

c. La prinderea în puncte de sudură a elementelor de osatură care urmează a fi sudate discontinuu, se va ține cont și de dimensiunile sudurilor discontinui și indicațiile date în Tabelul de suduri / proiect.

Punctele de prindere trebuie să fie incluse în cordoanele de sudură discontinui și nu între acestea.



5). Distanța dintre punctele de prindere:

a. Distanțele dintre punctele de prindere (pasul) trebuie să fie aproximativ egale, 300–400 mm (în situații deosebite când realizarea acestor distanțe nu este posibilă, valorile se pot micșora în funcție de situația concretă); în cazul pieselor subțiri până la 10 mm, distanța dintre punctele de prindere va fi 50-150 mm.

b. În cazul îmbinărilor care se intersectează, punctele de sudură se vor executa la o distanță “h” față de punctul de intersecție, de min. 100 mm (Fig. 3 – Anexa 1).

c. În cazul sudării automate cap la cap a panourilor, distanța de la primul punct de sudură până la marginea tablei, va fi de cca. 100 mm. Plăcuțele de capăt vor avea dimensiunile 80x300 și aceeași grosime cu tablele panoului (Fig. 4-Anexa1).

6) Punctele de sudură trebuie să fie de calitate. Ele nu trebuie să prezinte defecte ca: pori, șanțuri, cratere, fisuri, etc.

Punctele de sudură de calitate se vor topi bine în timpul procesului de sudare propriu-zisă.

Punctele de sudură care prezintă defecte se vor îndepărta prin polizare și vor fi înlocuite cu altele de bună calitate.

3.4. PRINDEREA ÎN PUNCTE DE SUDURĂ A TABLELOR SUBȚIRI

Pentru table ≤ 7 mm prinderea în puncte de sudură a osaturii se va efectua cu un rost (luft) de 1 mm, realizat cu ajutorul distanțierelor. Aceste distanțiere se vor amplasa la intervale de 300 -500mm.

3.5. ASAMBLAREA TABLELOR ÎN VEDEREA SUDĂRII PE SUPORT CERAMIC

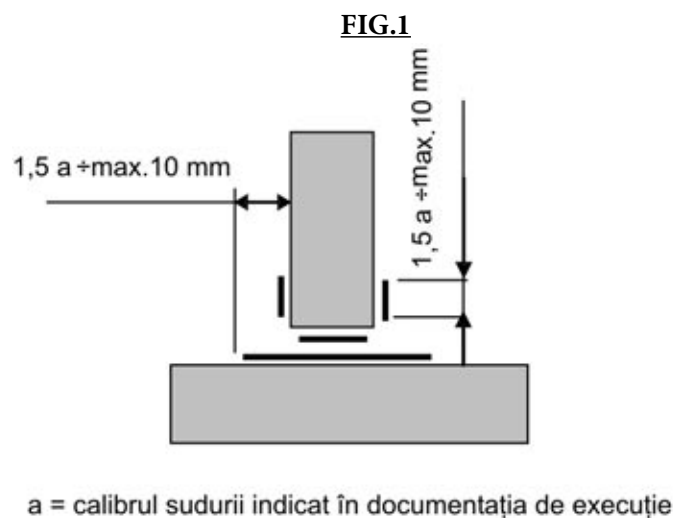
a) În cazul în care sudarea propriu-zisă se efectuează pe suport ceramic, asamblarea tablelor se va realiza numai cu ajutorul elementelor tehnologice temporare (piepțini sau bride+pene), dispuse pe partea rădăcinii.

Acestea vor avea decupare corespunzătoare pentru a permite lipirea suportului ceramic.

Lățimea suportului ceramic împreună cu folia autoadezivă este de cca. 80 mm.

b). Pentru a se asigura așezarea corespunzătoare a suportului ceramic în dreptul intersecțiilor, cordonale de sudură cap la cap sudate deja se vor poliza la nivelul tablei, pe partea rădăcinii pe o porțiune de 15-20 mm, realizându-se o trecere lină între zona polizată și cea nepolizată (Fig. 5 Anexa 1).

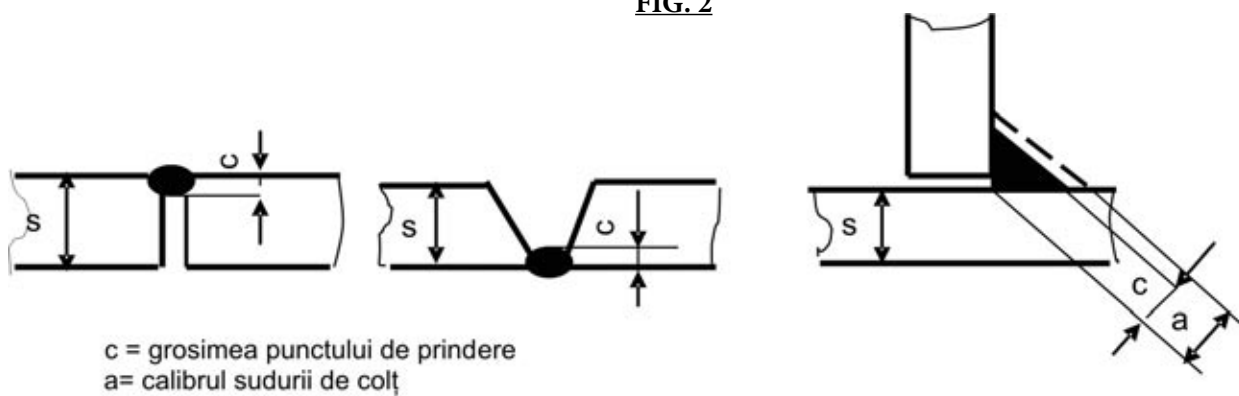
ANEXA 1



c = grosimea punctului de prindere

a = calibrul sudurii de colț

FIG. 2



$c = (0,6 \div 0,7) \text{ mm}$ dar max. 3 mm pt. $s < 10 \text{ mm}$

$c = 3 \div 6 \text{ mm}$ pt. $s \geq 10 \text{ mm}$

$c = (0,8 \div 1) a$

FIG. 3

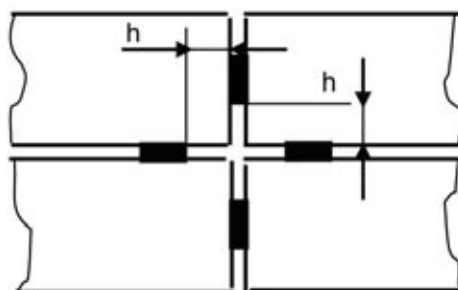


FIG. 4

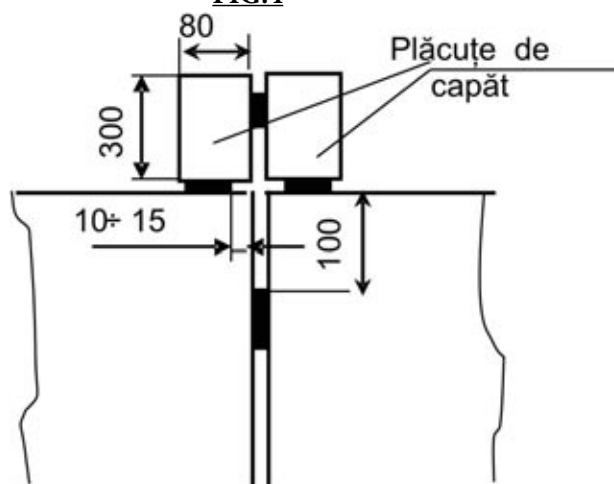
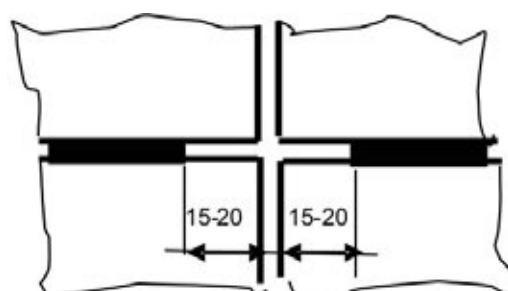
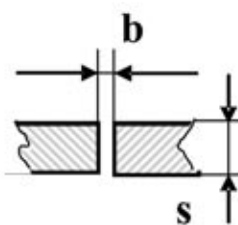
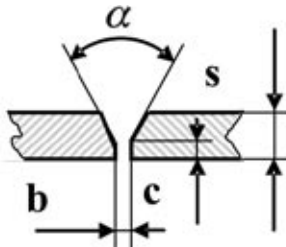
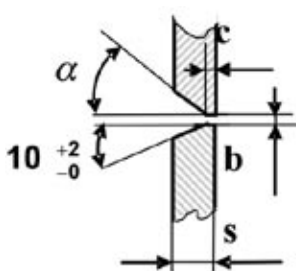
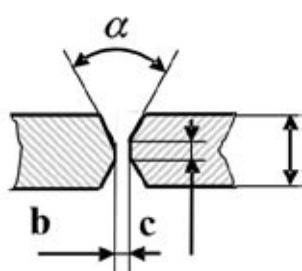


FIG. 5



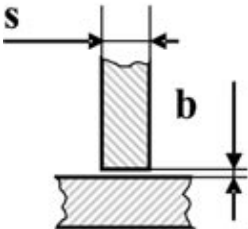
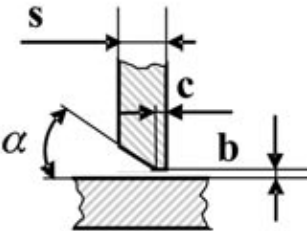
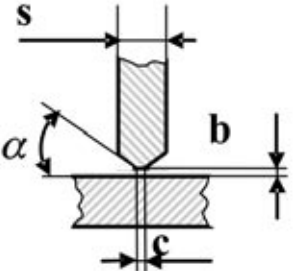
PRINCIPALELE FORME ȘI DIMENSIUNI ALE ROSTURILOR PENTRU SUDARE

ÎMBINĂRI CAP LA CAP

Nr. Crt	Indicativ referință	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	α [°]	s [mm]	Procedeul de sudare		Poziția de sudare						
0	1	2	3	4	5	6	7		8						
1	I ₁		0 ⁺¹	-	-	≤ 4	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile						
	MAG fără suport ceramic						orizontal vertical lateral								
	I ₂		I ₃	1 ^{±1}	-	-	4-9	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal					
	2 ^{±1}			-	-	10-22									
2	V ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	60 ^{±5}	5-25	ELECTRIC MANUAL		orizontal vertical peste cap						
	V ₂		6 ^{±2}	0 ⁺¹	40 ⁺⁵ ₋₀		MAG fără suport ceramic		orizontal vertical peste cap						
	V ₃		5 ^{±1}	0 ⁺¹	40 ⁺⁵ ₋₀					MAG pe suport ceramic plat cu lățime canal suport 10-12mm	sârmă plină				
	V ₄						sârmă tubulară								
							2 ^{±1}	4 ^{±1}			60 ^{±5}	14-24	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal
							3	L ₁			2 ^{±1}	0 ⁺¹	40 ⁺² ₋₀	5-25	ELECTRIC MANUAL
L ₂	6 ^{±2}	0 ⁺¹	30 ⁺² ₋₀	MAG fără suport ceramic											
L ₃	5 ^{±1}	0 ⁺¹	30 ⁺² ₋₀			MAG pe suport ceramic plat cu lățime canal suport 10-12mm		sârmă plină							
					sârmă tubulară										
					4			X ₁			2 ^{±1}	0 ⁺¹	60 ^{±5}		> 12
X ₂	6 ^{±2}	0 ⁺¹	40 ⁺⁵ ₋₀			MAG fără suport ceramic									
X ₃						MAG pe suport ceramic rotund ø10mm	sârmă plină								
							sârmă tubulară								
							1 ^{±1}	6 ^{±1}	60 ^{±5}		> 24	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal	

PRINCIPALELE FORME ȘI DIMENSIUNI ALE ROSTURILOR PENTRU SUDARE

ÎMBINĂRI DE COLȚ

Nr. Crt	Indicativ referință	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	α [°]	s [mm]	Procedul de sudare		Poziția de sudare
0	1	2	3	4	5	6	7		8
1	T ₁		1 ^{+0,5}	–	–	≤ 7	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
			MAG fără suport ceramic						
	T ₂		1 ^{±1}	–	–	> 7	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal
2	TV ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	50 ^{±5}	5–25	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
			MAG fără suport ceramic						
	TV ₂		6 ⁺²	0 ⁺¹	35 ⁺⁵ ₀		MAG pe suport ceramic rotund ø10mm	sârmă plină	
								sârmă tubulară	
3	TK ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	50 ^{±5}	> 12	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
			MAG fără suport ceramic						
	TK ₂		6 ⁺²	0 ⁺¹	35 ⁺⁵ ₀		MAG pe suport ceramic rotund ø12mm	sârmă plină	
								sârmă tubulară	

Capitolul 4 OȚELURI

4.1. CLASIFICAREA OȚELURILOR

Oțelul este un aliaj fier-carbon și alte elemente, care conține 0,04-2,14% C.

4.1.1. Din punct de vedere al compoziției chimice

a) Oțeluri carbon:

- de uz general (ex.OL37,OL44);
- de calitate(ex.OLC25,OLC35);
- superioare (OCS).

b) Oțeluri slab aliate (ex. OL52, oțeluri navale cu rezistența mărită - A36,D36,E36 etc.);

- c) Oțeluri aliate:
 - obișnuite (ex. inoxidabile)
 - superioare (ex. inoxidabile și refractare)

4.1.2. Din punct de vedere al sudabilității

- a) perfect sudabile - cu sudabilitate bună, necondiționată
- b) satisfăcător sudabile - cu sudabilitate condiționată
- c) limitat sudabile - sudabilitate posibilă cu măsuri speciale
- d) rău sudabile

4.1.3. Clasificarea oțelurilor navale

Acestea sunt considerate ca fiind o grupă aparte față de oțelurile obișnuite, având, în general, o rezistență la curgere mărită.

- a) oțel naval cu rezistență normală: grad A; D; E
- b) oțel naval cu rezistență mărită: grad A32; D32; E32; A36; D36; E 36

4.2. PROPRIETĂȚILE GENERALE ALE OȚELURILOR

Oțelurile se deosebesc între ele prin anumite proprietăți care se clasifică în:

- a) proprietăți chimice: rezistența la coroziune, la oxidare, etc.;
- b) proprietăți fizice: densitatea, dilatarea termică, conductibilitatea termică și electrică, proprietăți magnetice, etc.;
- c) proprietăți mecanice: rezistența la diferite solicitări mecanice, elasticitate, plasticitate, tenacitate, reziliență, etc.;
- d) proprietăți tehnologice: sudabilitate, maleabilitate, etc.

4.3. SUDABILITATEA OȚELURILOR

Sudabilitatea reprezintă aptitudinea pe care o are un oțel de a forma îmbinări sudate în anumite condiții practice de execuție.

Sudabilitatea este o însușire complexă determinată de:

- proprietățile metalului de bază;
- tehnologia de sudare;
- solicitările care apar în exploatarea construcției sudate.

Factorii care influențează sudabilitatea pot fi de natură:

a) metalurgică determinată de:

- a. Compoziția chimică. Carbonul este principalul element din oțel care influențează sudabilitatea și de aceea este necesară limitarea conținutului de carbon (de obicei sub 0,20 - 0,22%);
- b. Procedeul de elaborare a oțelului. Este necesar ca oțelurile sudabile să fie calmate pentru ca toate impuritățile și incluziunile de gaze și oxizi să fie înlăturate;
- c. Materialul de adaos și procesele metalurgice ce au loc în timpul sudării. Pentru oțeluri cu conținut mai mare de carbon se recomandă electrozii cu înveliș bazic (cu conținut mic de hidrogen); electrozi înveliși care după topire să formeze o depunere din oțel slab aliat.

b) constructivă determinată de grosimea metalului de sudare, forma și amplasarea cusăturii care influențează producerea tensiunilor interne, etc.;

c) tehnologică determinată de procedeul de sudare, ordinea de execuție a sudurilor, viteza de sudare și de răcire, intensitatea de încălzire, combaterea tensiunilor interne, etc.

Modul de exploatare a construcției sudate are, de asemenea, o mare influență asupra factorilor enumerați mai înainte și implicit, asupra sudabilității.

4.4. INFLUENȚA ELEMENTELOR DE ALIERE ASUPRA PROPRIETĂȚILOR ȘI SUDABILITĂȚII OȚELURILOR

Carbonul – mărește limita de curgere, rezistența de rupere și duritatea; micșorează alungirea și reziliența. În cantitate prea mare, influențează negativ sudabilitatea putând duce la apariția de fisuri.

Manganul - mărește limita de curgere, rezistența și reziliența, influențând pozitiv plasticitatea și comportarea la sudare.

Siliciul - este un bun dezoxidant, mărin­d rezistența oțelurilor față de oxidare. În oțel, raportul între siliciu și mangan de 1,2 influențează pozitiv tenacitatea și rezistența la fisurare. Are proprietăți similare cu ale manganului.

Sulful - este o impuritate în oțel fiind limitat la 0,03-0,05%, influențând sudabilitatea și provocând fragilitatea la cald a oțelurilor.

Fosforul - are aceleași dezavantaje ca și sulful provocând fragilitatea la rece a oțelurilor.

Cromul - mărește rezistența la rupere, duritatea, rezistența la coroziune atmosferică și acizi; împreună cu carbonul micșorează plasticitatea și rezistența la coroziune; reduce sudabilitatea.

Nichelul - mărește rezistența la rupere, limita de curgere, rezistența la coroziune atmosferică și unii acizi, plasticitatea. Influențează pozitiv sudabilitatea.

Molibdenul - în cantități mici mărește duritatea, rezistența la rupere, limita de curgere, alungirea, rezistența la coroziune și la temperaturi mari. În conținut redus, nu influențează negativ sudabilitatea.

Cuprul - mărește duritatea, limita de curgere, rezistența la rupere. Până la 0,5% mărește plasticitatea și nu influențează negativ sudabilitatea.

Vanadiul - îmbunătățește caracteristicile mecanice ale oțelului și în conținut redus nu influențează negativ sudabilitatea.

Wolframul - formează carburi dure și influențează negativ sudabilitatea.

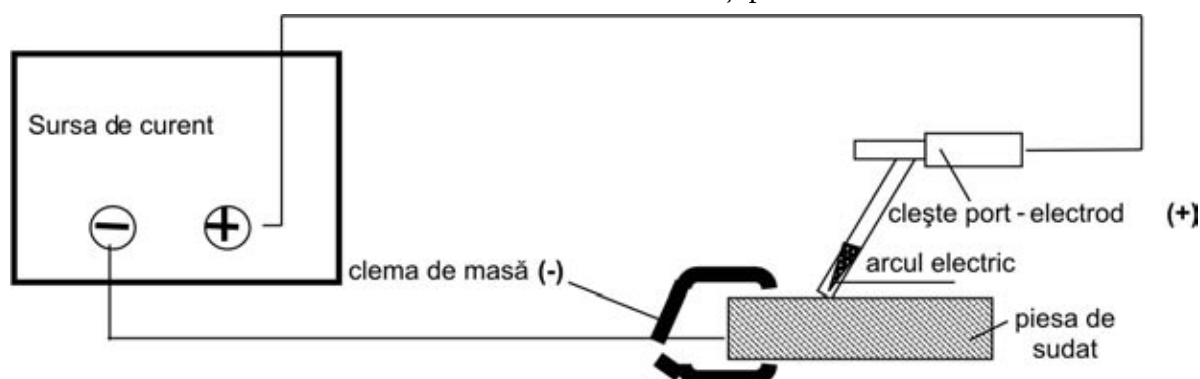
Aluminiul - influențează pozitiv proprietățile oțelurilor și până la 0,15% și comportarea la sudare.

Deoarece și celelalte elemente conținute în oțel influențează sudabilitatea, pentru aprecierea sudabilității unui oțel se ține seama de „carbonul echivalent” care exprimă influența elementelor de aliere asupra sudabilității oțelului respectiv în comparație cu carbonul (S, P, Cr, Mo, Mn, Cu, Ni).

Capitolul 5 TEHNOLOGIA SUDĂRII MANUALE CU ARC ELECTRIC ȘI ELECTROZI ÎNVELIȚI

5.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI

Sudarea cu arc electric și electrozi înveliți este un procedeu de sudare prin topire care se realizează pe baza căldurii dezvoltate de arcul electric format între electrod și piesa de sudat.



5.2. CARACTERISTICILE ELECTRODULUI

Electrodul învelit este format dintr-o vergea metalică cu un înveliș aplicat prin presare sau imersiune.

Învelișul electrodului are următoarele funcții:

- favorizează amorsarea ușoară a arcului electric
- permite alierea cu elemente care îmbunătățesc proprietățile metalului depus
- mărește stabilitatea arcului
- formează o zgură mai ușoară decât metalul, asigurând o răcire mai lentă și degazarea băii de sudură
- uneori învelișul conține pulberi de fier care permit obținerea unui randament de depunere de peste 100%

Dimensiunile electrodului:

- d_e - diametrul electrodului reprezintă diametrul vergelei metalice și poate fi 1,6; 2; 2,5; 3,25; 4; 5 mm
- l_e - lungimea electrodului poate fi 250; 300; 350; 450 mm

5.3. CLASIFICAREA ELECTROZILOR

a) după grosimea învelișului

- electrozi cu înveliș subțire (0,25-0,6 mm)
- electrozi cu înveliș mediu (0,6-1 mm)
- electrozi cu înveliș gros (1-1,4 mm)
- electrozi cu înveliș foarte gros (mai mare de 1,4 mm)

b) după tipul învelișului

- *electrozi cu înveliș bazic B* (ex. Superbaz) – înveliș mediu sau gros cu conținut redus de hidrogen, metalul depus fiind rezistent la fisurare la cald sau la rece.

Este recomandat pentru construcții puternic solicitate dinamic, pentru construcția vaselor sub presiune etc.

Învelișul bazic fiind puternic higroscopic, electrozii cu înveliș bazic trebuie obligatoriu uscați în cuptoare speciale înainte de utilizare pentru a evita apariția porilor și a fisurilor. Uscarea se face la 250-350 °C, timp de 1-2 ore.

Metalul depus cu electrozi bazici are caracteristici mecanice foarte bune.

Arcul electric este mai puțin stabil decât al altor tipuri de electrozi de aceea trebuie menținut cât mai scurt pentru a evita intrarea oxigenului și azotului din atmosferă în baia de metal topit.

De obicei se folosesc în curent continuu cu polaritate inversă DC⁺ (polul “+” la electrod)

- *electrozi cu înveliș rutilic R* (ex. Supertit, Cumulo, Supra). Se folosesc numai pentru sudarea oțelurilor cu rezistență normală, cu grosimi de max. 35 mm și numai la lucrări de importanță scăzută.

Arcul arde foarte liniștit, stropi puțini, aspect cordon uniform. Nefiind higroscopici, electrozii rutilici nu necesită uscare specială înainte de sudare. În cazul în care sunt umezi se vor usca în cuptor la 110 - 140° C timp de 2 ore.

Se sudează în curent alternativ sau curent continuu de obicei cu polaritate directă DC⁻ (polul “-” la electrod). Întotdeauna se va ține cont de indicațiile de pe pachet furnizate de producător.

- *electrozi cu înveliș acid A*

Învelișul mediu sau gros. Acest tip de electrozi este utilizat pentru sudarea oțelurilor carbon nealiate, cordonul obținut este foarte sensibil la fisurare se folosește pentru sudarea în poziție orizontală

Se sudează în curent alternativ sau curent continuu de obicei cu polaritate directă DC⁻.

- *electrozi cu înveliș celulozic C*

Învelișul conține o cantitate mare de materii organice, combustibile prin a căror ardere se produce un volum mare de gaze care protejează baia de sudură. La sudare se formează mulți stropi, iar suprafața cusăturii este neuniformă.

Se sudează în curent alternativ sau curent continuu de obicei cu polaritate directă DC⁻.

- *electrozi cu înveliș oxidant O*

Dezvoltă o zgură compactă care se desprinde singură, sudura are un aspect deosebit de frumos, dar pătrunderea este foarte redusă. Se sudează numai la poziția orizontal în curent alternativ sau curent continuu.

5.4. GOSPODĂRIREA ȘI UTILIZAREA ELECTROZILOR

Transportul manipularea și depozitarea materialelor pentru sudare se face în condiții să evite deteriorarea și umezirea acestor produse.

Depozitarea se face în spații închise și uscate, prevăzute cu rafturi sau paleți. Distanța de pardoseală la rafturile și paleții de depozitare va fi de minimum 100 mm. Înălțimea de stivuire pe paleți nu va depăși 1500 mm.

Electrozii vor fi depozitați pe mărci, tip, dimensiuni, în ambalajele originale de la producător, de asemenea și cu inscripțiile (etichetele) originale de la producător pentru a putea fi corect identificați în vederea distribuirii și utilizării.

Spațiile formațiilor de lucru trebuie să fie dotate cu cuptoare electrice pentru uscarea electrozilor.

Cuptoarele electrice trebuie să fie dotate cu logometre pentru fixarea și vizualizarea temperaturii de uscare.

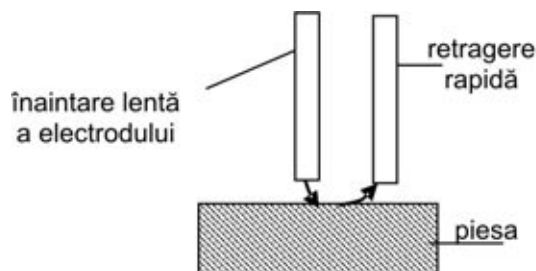
Valoarea temperaturii de uscare cât și timpul de menținere la această temperatură se stabilesc conform specificațiilor producătorului materialului respectiv (din fișele tehnice de prezentare, cataloage, de pe ambalaje).

Distribuirea materialelor pentru sudare la executanți se face de către maestru sau persoana desemnată de acesta în conformitate cu documentația tehnologică de execuție.

Electrozii pentru sudare se distribuie numai în cutii termoizolante individuale, cu capac.

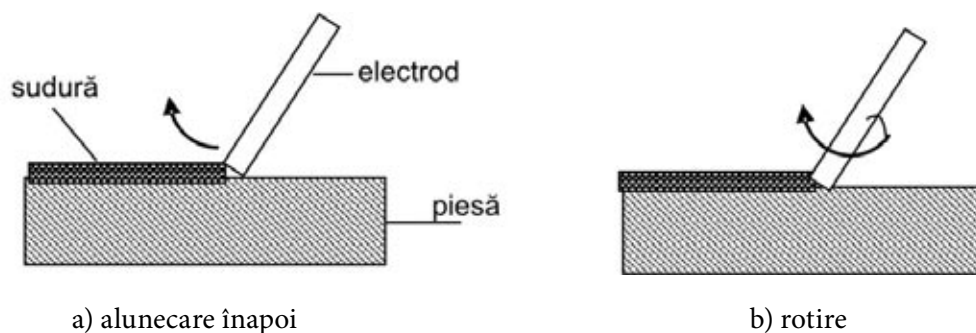
5.5. TEHNICA DE SUDARE

5.5.1. Amorsarea arcului se face prin aducerea electrodului în contact cu piesa și retragerea rapidă la o distanță de 2 - 5 mm comparabilă cu diametrul electrodului.

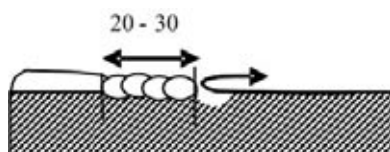


5.5.2. Terminarea rândului de sudură nu se face prin îndepărtarea bruscă a electrodului deoarece se formează un crater neprotejat de zgură, care, răcindu-se, poate fisura.

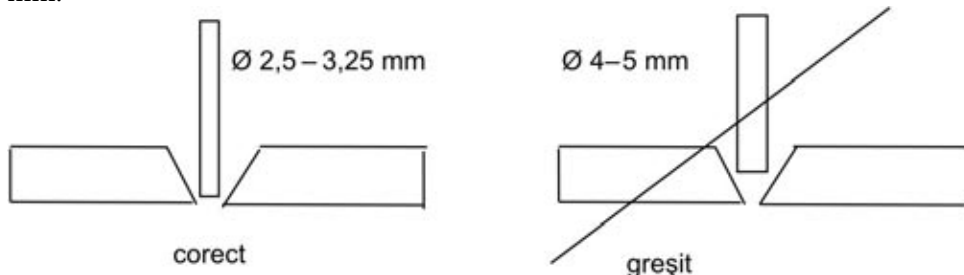
Întreruperea arcului trebuie făcută prin alunecare înainte sau prin rotirea electrodului și tragerea arcului spre cordonul executat.



5.5.3. Reamorsarea arcului se face înaintea cordonului de sudură realizat, apoi arcul se readuce în capătul rămas urmând procesul normal de lucru. Cordonul se curăță în prealabil de zgură pe o distanță de 20-30 mm.



5.5.4. Sudarea primului strat - diametrul electrodului pentru sudarea primului strat (rădăcina), trebuie să permită o apropiere suficientă de partea inferioară a rostului în așa fel încât să se obțină o pătrundere completă la rădăcină. Diametrul electrodului recomandat pentru sudarea primului strat este de 2,5 – 3,25 mm.



5.5.5. Recomandări privind sudarea

La sudarea electrică manuală cu electrozi înveliți se va acorda o atenție deosebită mișcărilor electrodului. Acesta trebuie să execute o mișcare de apropiere față de piesă pe măsură ce acesta se topește și una de înaintare de-a lungul rostului. La o trecere a electrodului de-a lungul rostului se obține un **rând de sudură**. Rândurile depuse la același nivel formează un **strat**.



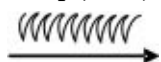
Rândurile de sudură se pot realiza tras sau pendulat:

- la rândurile trase electrodul execută o mișcare de deplasare în linie dreaptă, cu viteză constantă, rândul de sudură având o lățime de 1 – 2 ori diametrul electrodului. Datorită lățimii mici a rândului se mai numește și rând filiform. Acest tip de rând se întâlnește la sudarea rădăcinii, la sudarea tablelor subțiri sau când acest lucru este cerut tehnologic (ex.: la inox sau la oțeluri speciale)

- la rândurile pendulate electrodul execută o mișcare de pendulare în părțile laterale în raport cu linia rostului. Rândurile pendulate au o lățime de 3 – 4 ori diametrul electrodului.

Exemple de pendulări:

- cap la cap și colț orizontal, lateral, peste cap



- oscilații foarte mici
- fără oscilații

- vertical ascendent



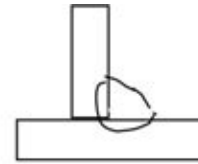
- rădăcină oscilații mici
- față oscilații mai late



- straturile de umplere

Moduri de execuție a îmbinărilor sudate:

– sudarea într-un singur strat – necesită electrozi de mare randament și curenți mari de sudare. Deși metoda este productivă, sudurile sunt sensibile la fisurare și se aplică numai pentru oțeluri nealiate și structuri sudate cu solicitări reduse, exploatate la temperaturi pozitive.

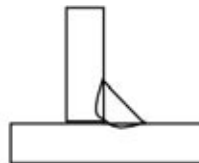


În secțiune transversală, forma îmbinărilor de colț poate fi:

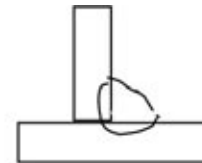
- concavă – la electrozi cu înveliș rutilic
- plată – la electrozi cu înveliș rutilic
- convexă (bombată) – la electrozi cu înveliș bazic



concavă

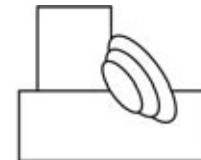


plată

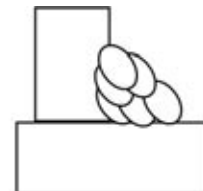


convexă

– Sudarea în straturi multiple late – se recomandă pentru sudarea tablelor groase, pentru structuri sudate exploatate la temperaturi pozitive



– Sudarea în straturi multiple înguste – se recomandă la sudarea oțelurilor slab aliate de înaltă rezistență, pentru structuri sudate solicitate intens, inclusiv la temperaturi negative



5.5.6. Parametrii de sudare

a) felul sau tipul electrodului – se alege în funcție de compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale materialului de bază

b) diametrul electrodului se alege în funcție de grosimea piesei de sudat, tipul de îmbinare și poziția de sudare. La sudarea în alte poziții decât orizontal se folosesc electrozi cu diametrul de max. 4 mm, pentru a evita scurgerea metalului topit.

c) Intensitatea curentului de sudare I_s [A] – se alege în funcție de diametrul electrodului și de poziția de sudare:

Parametri sudare	Electrozi tip E 7018/AWS A 5.1 (ex. Superbaz)				Electrozi tip E6012; E6013/AWS A 5.1 (ex. Supra, Cumulo)			
	Ø 2,5	Ø 3,25	Ø 4	Ø 5	Ø 2,5	Ø 3,25	Ø 4	Ø 5
Diametru electrod (mm)								
Intensitate curent sudare I_s (A)	65 - 90	120-140	160-190	210-230	70-90	95-130	130-170	170-250

Notă: - întotdeauna se va ține cont de parametrii recomandați de producător (parametrii înscrși pe pachetele de electrozi).

Pentru sudarea la poziție I_s se reduce cu 10 – 15 %.

d) Tensiunea arcului U_a [V] – este în funcție de lungimea arcului electric fiind corelată și cu I_s . La sudarea manuală tensiunea arcului este între 16 – 30 V.

e) Viteza de sudare v_s [cm/min] – influențează mult calitatea unei îmbinări sudate:

- v_s mică și I_s mică – se depune o cantitate mare de metal, pătrunderea este mică și supraînălțarea mare
- v_s mică și I_s mare – cordonul este lat, sunt posibile străpungeri, apar deformații mari.
- v_s mare și I_s mare – metalul de bază nu se topește suficient, baia de sudură se răcește repede și rezultă o sudură poroasă.

f) Unghiul electrodului – conform indicațiilor din Anexa 1

5.6. SUFLAJUL MAGNETIC

În procesul de sudare, în jurul electrodului, a arcului electric și a piesei de sudat se formează câmpuri magnetice care interacționează între ele iar rezultanta lor duce la devierea arcului electric de la poziția normală. Pentru reducerea sau diminuarea acestui fenomen de suflaj magnetic se recomandă următoarele:

- micșorarea curentului de sudare
- menținerea arcului la o lungime cât mai mică
- plasarea corespunzătoare a legăturilor de masă
- folosirea a două contacte de masă dispuse simetric

5.7. SURSE DE SUDARE

5.7.1. Clasificarea surselor de sudare

Sursele de curent pentru sudarea cu electrod învelit sunt aparate care adaptează energia rețelei (tensiune ridicată și intensitate mică) pentru a putea fi utilizată la sudarea cu arc electric (tensiune mică și intensitate mare).

Aceste surse pot fi statice sau rotative. Avantajele prezentate de sursele statice au determinat în timp înlocuirea celor rotative. Aceste avantaje sunt: întreținerea foarte ușoară, funcționare silențioasă, dimensiuni și greutate mai mici.

Se disting două tipuri de surse de sudare:

- surse de curent alternativ: transformatoare
- surse de curent continuu: convertizoare, redresoare, invertoare.

5.7.2. Regimuri de funcționare ale surselor de sudare:

- regimul de mers în gol
 - ampermetrul indică $I_s = 0$ [A]
 - voltmetrul indică $U = 70 - 80$ [V] max – tensiunea de mers în gol a sursei
- regimul de scurtcircuit – mersul îndelungat în regim de scurtcircuit poate produce distrugerea sursei prin arderea izolației
 - ampermetrul indică $I_s = \text{max}$ [A]
 - voltmetrul indică $U = 0$ [V]
- regimul de mers în sarcină
 - ampermetrul indică $I_s = \text{valoarea de lucru}$ [A] – exemplu 120 [A]
 - voltmetrul indică $U = \text{tensiunea arcului}$ [V] – exemplu 22 – 24 [V]

5.8. CRĂIȚUIREA ARC - AER

Este cunoscută sub denumirea de tăiere cu arc electric și aer comprimat (arc-aer) sau electropneumatic.

Operația se bazează pe topirea metalului de către un arc electric întreținut între capătul unui electrod fuzibil și piesă, urmată de evacuarea metalului topit prin acțiunea mecanică a unui jet de aer comprimat dirijat paralel cu electrodul.

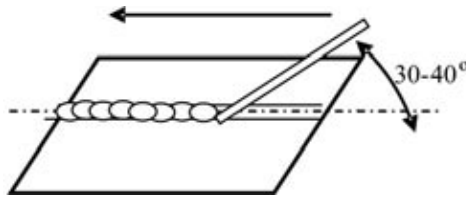
Electrozii sunt din cărbune grafitat cuprați la exterior pentru o mai bună conductibilitate electrică.

Procedeul poate fi utilizat pentru:

- debitarea metalelor
- pregătirea tablelor subțiri în vederea sudării
- crăițuirea rădăcinii cordoanelor de sudură în scopul eliminării defectelor catacteristice primului strat de sudură
- crăițuirea cordoanelor de sudură în vederea eliminării defectelor interne depistate la controlul radiografic sau ultrasonic
- crăițuirea defectelor de turnare

Crăițuirea se realizează prin deplasarea uniformă a electrodului de cărbune, înclinat înainte la un unghi de 30 - 45°. Lungimea electrodului de la vârf până la locul de prindere în portelectrod trebuie să fie de 100 – 120 mm iar diametrul poate fi: 6; 8; 10; 12 mm.

Viteza de tăiere se alege în funcție de adâncimea canalul de realizat. La un regim ales corect, suprafața canalului este netedă strălucitoare și metalul topit se îndepărtează ușor.



Canalul rezultat după îndepărtarea defectului trebuie să aibă o prelucrare în formă de “barcă” cu fundul rotunjit și marginile înclinate pentru a permite o continuitate corespunzătoare cu sudura inițială. După crăițuire canalul se polizează obligatoriu pentru îndepărtarea resturilor de cărbune.

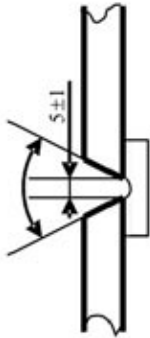
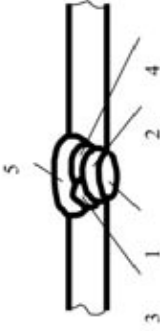
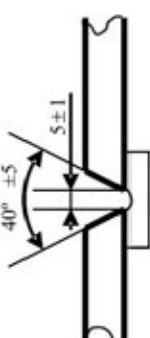
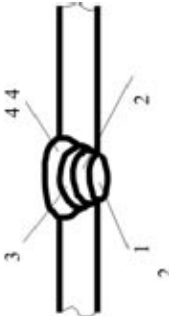
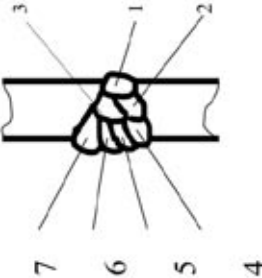
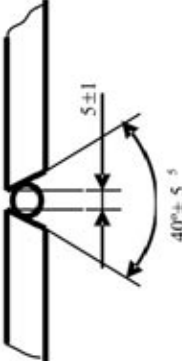
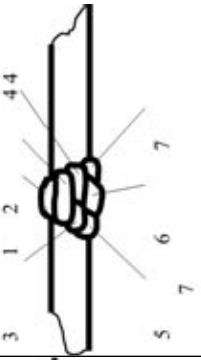
Felul curentului – se crăițuiește în curent continuu, cu polaritate inversă (polul “+”, la electrod).

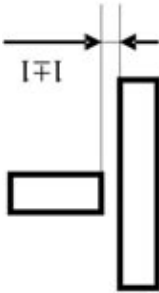
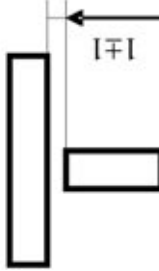
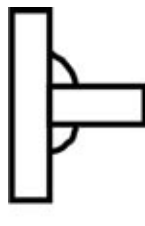
Diametru electrod (mm)/ Intensitate curent sudare I_s [A]	Ø 6 / 250 – 300	Ø 8 / 350– 400
Lățimea canalului/Adâncimea canalului [mm]	7 – 8 / 4 – 5	9 – 11 / 6 – 8

UNGHIURILE DE INCLINARE ALE ELECTRODULUI

Tip îmbinare	Poziția de sudare	Unghi de lucru β [°]	Unghi de înclinare față de sensul de sudare α [°]	Reprezentare
Cap la cap	orizontal	90	60 - 80	
	Vertical ascendent	90	80 - 110	
	Vertical descendent	90	60 - 90	
	lateral	80 - 90	60 - 80	
	Peste cap	90	60 - 80	
Colț	Orizontal	35 - 45	60 - 80	
	Vertical ascendent	45	80 - 110	
	Vertical descendent	45	70 - 80	
	Peste cap	30 - 45	60-80	

PARAMETRI PENTRU SUDAREA MAG SEMIAUTOMAT CU SĂRMĂ TUBULARĂ RUTILICĂ Ø 1,2mm ȘI AMESTEC DE GAZE
ANEXA 1

TIP ÎMBINARE	FORMĂ CUSĂTURĂ	POZIȚIA DE SUDARE	RÂND / STRAT	V_c (m/min)	U_a (V)	I_s (A)	DEBIT GAZ (l/min)
		Orizontal	Rădăcină	6 - 7	23 - 24	180 - 200	18 - 20
			Umplere și față	8 - 10	25 - 28	210 - 230	18 - 20
		Vertical	Rădăcină	6 - 7	21 - 23	170 - 190	18 - 20
			Umplere și față	6 - 8	23 - 26	180 - 210	18 - 20
		Lateral	Rădăcină	6 - 7	21 - 22	180 - 200	18 - 20
			Umplere și față	7 - 8	23 - 26	200 - 220	18 - 20
		Peste cap	Rădăcină orizontal	6 - 8	21 - 25	190 - 210	18 - 20
			Umplere și față peste cap	6 - 8	21 - 25	190 - 210	18 - 20

TIP ÎMBINARE	FORMĂ CUSĂTURĂ	POZIȚIA DE SUDARE	RÂND / STRAT	V_c (m/min)	U_a (V)	I_s (A)	DEBIT GAZ (l/min)
		Orizontal cu sârmă Ø1,2	1;2....	8,5 – 10,5	27 - 29	220 - 240	18 - 20
		Orizontal cu sârmă Ø1,6	1;2....	5 - 7	28 - 30	250 - 300	18 - 20
		Vertical	1;2....	6,5 – 8,5	23 - 27	190 - 210	18 - 20
		Peste cap	1;2....	6,5 – 8,5	23 - 27	190 - 210	18 - 20

- parametrii indicați în tabel sunt valabili atât pentru sudarea dintr-o parte pe suport ceramic, cât și pentru sudarea din ambele părți cu și fără suport
- limitele **inferioare** sunt recomandate pentru sârma tubulară **cuprată**;
- limitele **superioare** sunt recomandate pentru sârma tubulară **necuprată**;
- V_c - viteză de avans a sârmei; U_a - tensiunea arcului; I_s - intensitatea curentului de sudare;

SUDAREA CU LUFT MĂRIT

Pentru cazuri accidentale când deschiderea rostului (luftul) pe distanțe mici este mai mare de 6 mm, se procedează astfel:

- lufturi de până la 10 mm, rândurile de sudură se depun la fel ca în Anexa 3 dar cu viteză de sudare mai mică;
 - lufturi mai mari de 10 mm, cu acordul Societății de Clasificare se recurge la:
- a) încărcarea marginilor cu rânduri de sudură subțiri, până la obținerea luftului corespunzător, sudare pe partea canalului, crăițuirea rădăcinii, sudarea rădăcinii;



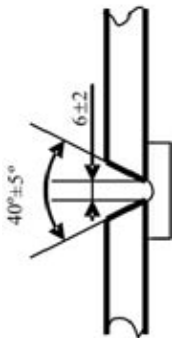
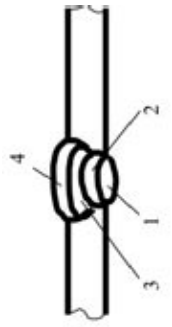
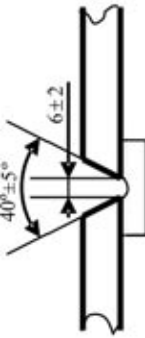
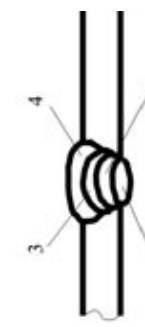
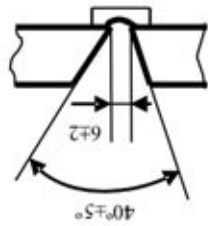
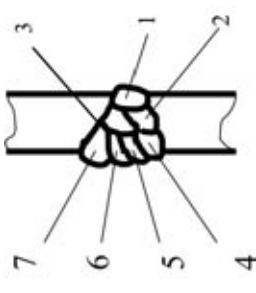
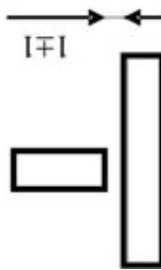
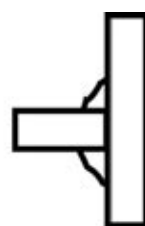
b) sudarea canalului pe suport ceramic rotund tip CBM 8063 cu diametrul corespunzător luftului, apoi sudarea rădăcinii;

c) **sudarea cu sârmă plină** pe suport ceramic plat cu canal mai lat (17mm), tip CBM 8070, exemplu de dispunere a rândurilor și parametrii de sudare conform tabel de mai jos:

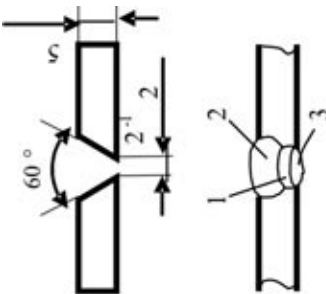
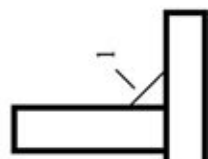
TIP ÎMBINARE	FORMĂ CUSĂTURĂ	POZIȚIA DE SUDARE	RÂND / STRAT	V_c (m/min)	U_a (V)	I_s (A)	DEBITGAZ (l/min)
		Orizontal	Rădăcină	3 - 4	19 - 20	130 - 150	18 - 20
			Umplere	7 - 8	30 - 31	250 - 260	18 - 20
			Fată	3 - 4	19 - 20	130 - 150	18 - 20
		Vertical	Rădăcină	2 - 2,5	16 - 17	100 - 120	18 - 20
			Umplere și față	2,5 - 3,5	16 - 18	100 - 120	18 - 20
		Lateral	Rădăcină	2,5 - 3,5	17 - 18	110 - 130	18 - 20
			Umplere	7 - 8	30 - 31	250 - 260	18 - 20
			Fată	3 - 4	19 - 20	130 - 150	18 - 20

Umplerea și fața se pot suda și cu sârmă tubulară

PARAMETRI PENTRU SUDAREA MAG SEMIAUTOMAT CU SĂRMĂ PLINĂ Ø 1,2mm ȘI AMESTEC DE GAZE CORGON 20 ANEXA 2

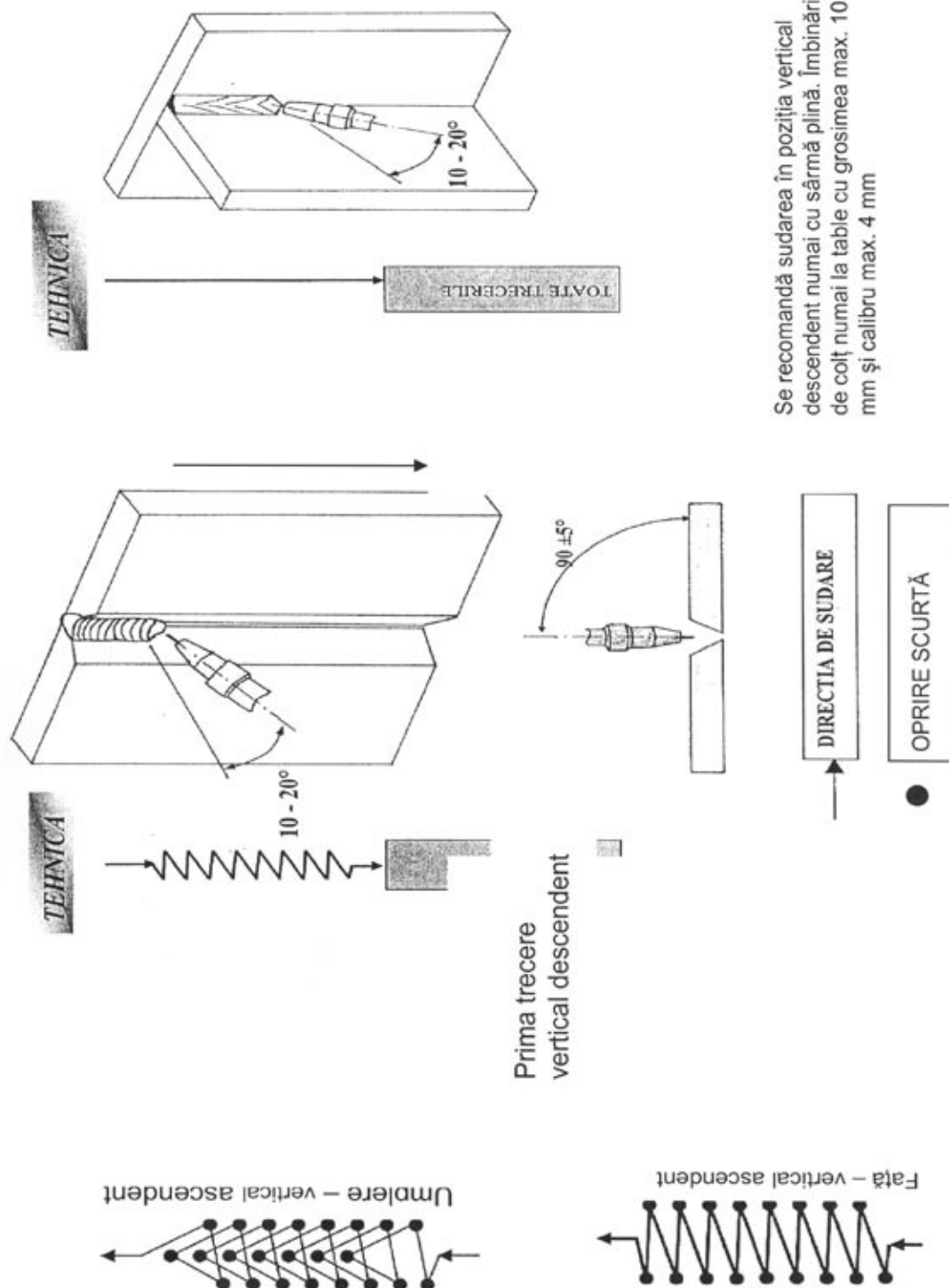
Tip îmbinare	Formă cusătură	Poziția de sudare	Rând/ strat	Modul de transfer al metalului	V_e (m/min)	U_a (V)	I_s (A)	DEBITGAZ (l/min)
		Orizontal	Rădăcină	Arc-scurt	4 - 4,5	20 - 21	150 - 170	16 - 18
			Umplere și față	Spray-arc	7 - 8	30 - 32	240 - 260	18 - 20
		Vertical	Rădăcină, descendent	Arc-scurt	2,5 - 3	17 - 18	110 - 120	16 - 18
			Umplere și față, ascendent	Arc-scurt	2,5 - 3,5	18 - 19	110 - 130	16 - 18
		Lateral	Rădăcină	Arc-scurt	2,5 - 3,5	18 - 19	110 - 130	16 - 18
			Umplere	Spray-arc	7 - 8	30 - 32	240 - 260	18 - 20
			Față	Arc-scurt	3,5 - 4	19 - 20	170 - 180	16 - 18
		Orizontal	1; 2; ...	Spray-arc	7 - 8	30 - 32	240 - 260	18 - 20
		Vertical descendent	1	Arc-scurt	4 - 5,5	20 - 22	190 - 210	16 - 18

PARAMETRII DE SUDARE MAG CU SĂRMĂ PLINĂ Ø 0,8 mm

Tip îmbinare	Poziția de sudare	Nr. rând	Tip arc	Parametrii sudare			
				V_e (m/min)	I_s (A)	U_a (V)	Debit gaz (l/min)
	Orizontal	1	Arc scurt	5÷5,5	80÷85	16÷16,5	16 - 18
		2; 3	Spray arc	11,5÷12	135÷145	22,5÷23,5	18 - 20
	Vertical descendent	1	Arc scurt	5,5÷6	90÷95	15,5÷16,5	16 - 18
	Vertical ascendent	2; 3	Arc scurt	5,5÷6	90÷95	15,5÷16,5	16 - 18
	orizontal	1	Spray arc	12÷14	170÷190	27÷30	18 - 20
	Vertical descendent	1	Arc scurt	5,5÷6	85÷95	18,5÷19	16 - 18

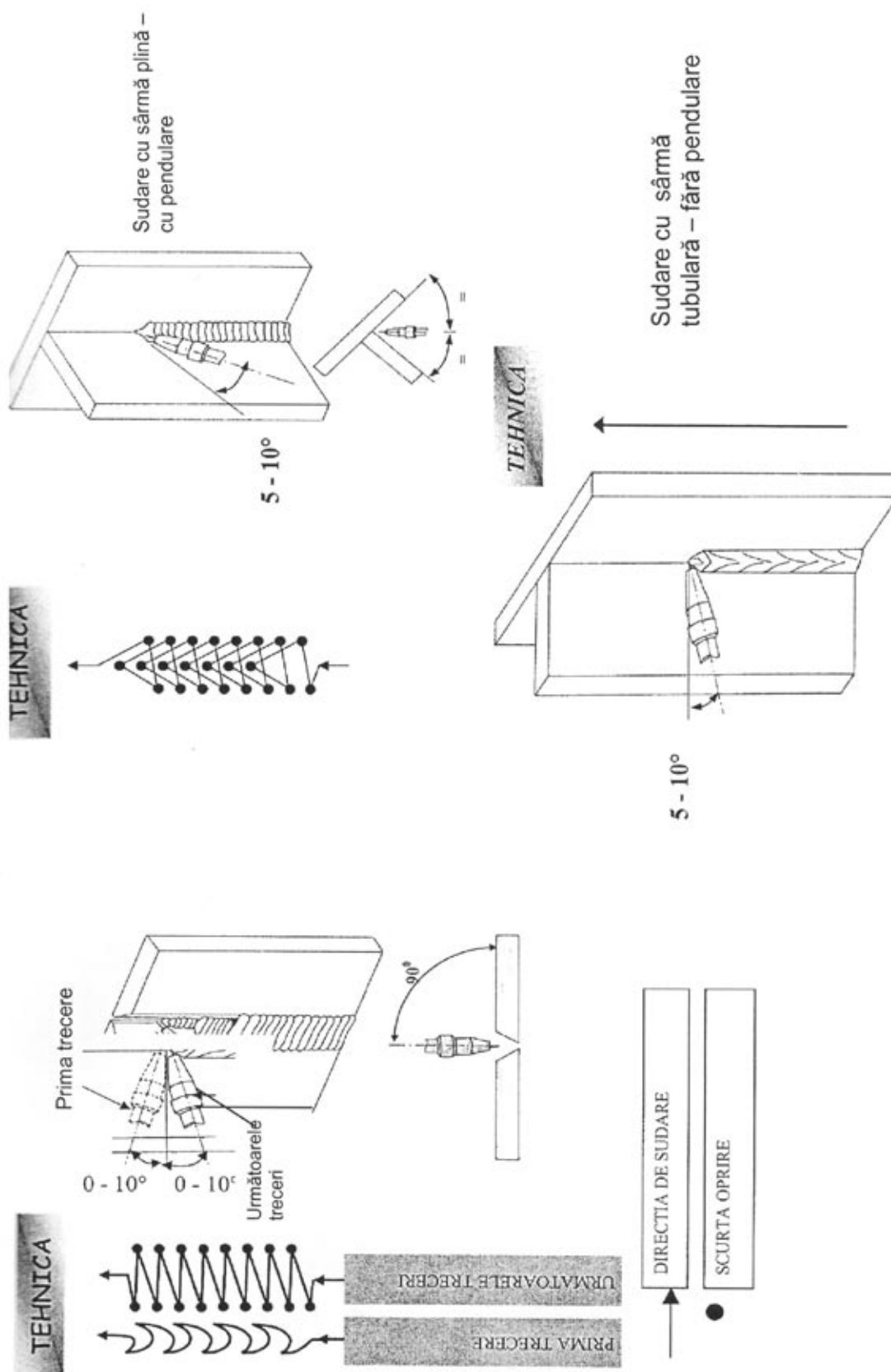
TEHNICA SUDĂRII, UNGHI PISTOLET POZIȚIA PG –VERTICALDESCENDENT

ANEXA 3

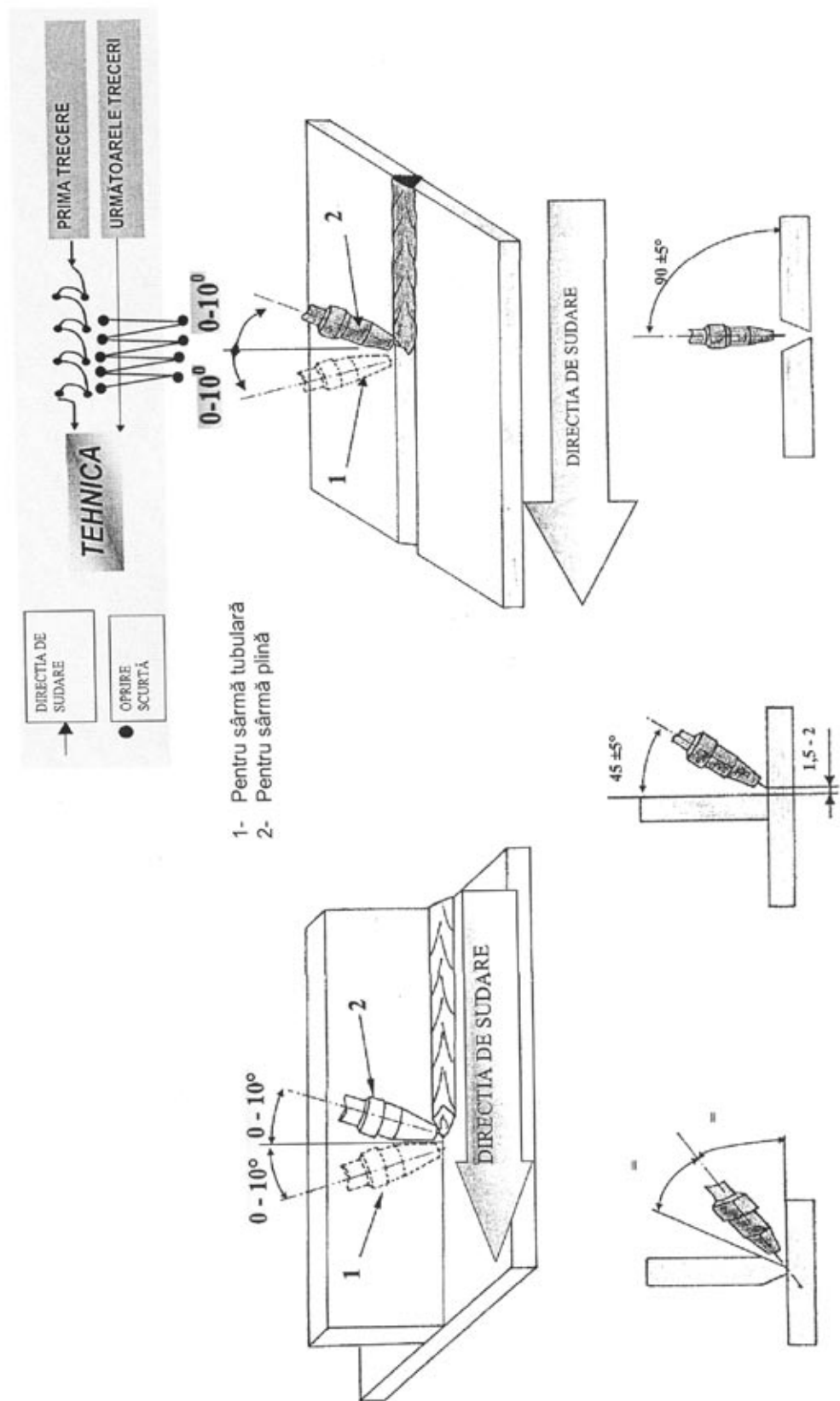


ANEXA 3

TEHNICA SUDĂRII, UNGHI PISTOLET POZIȚIA PF – VERTICAL ASCENDENT



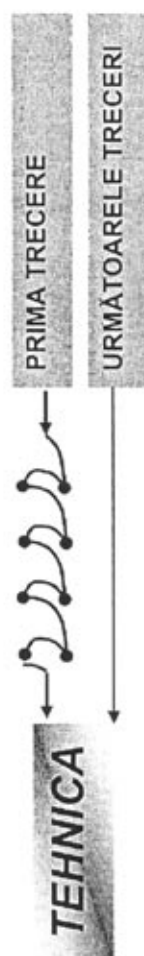
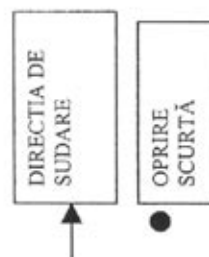
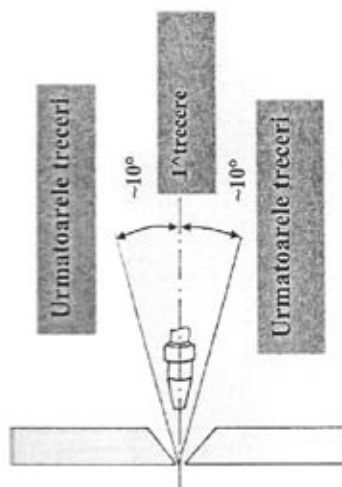
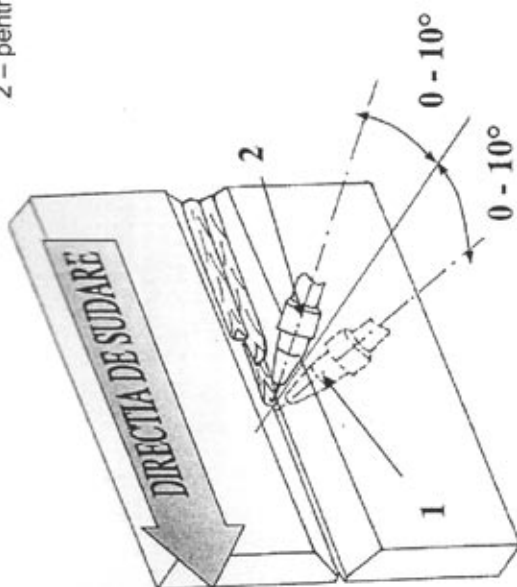
ANEXA 3

TEHNICA SUDĂRII, UNGHI PISTOLET
POZIȚIA PB/PA – ORIZONTAL

ANEXA 3

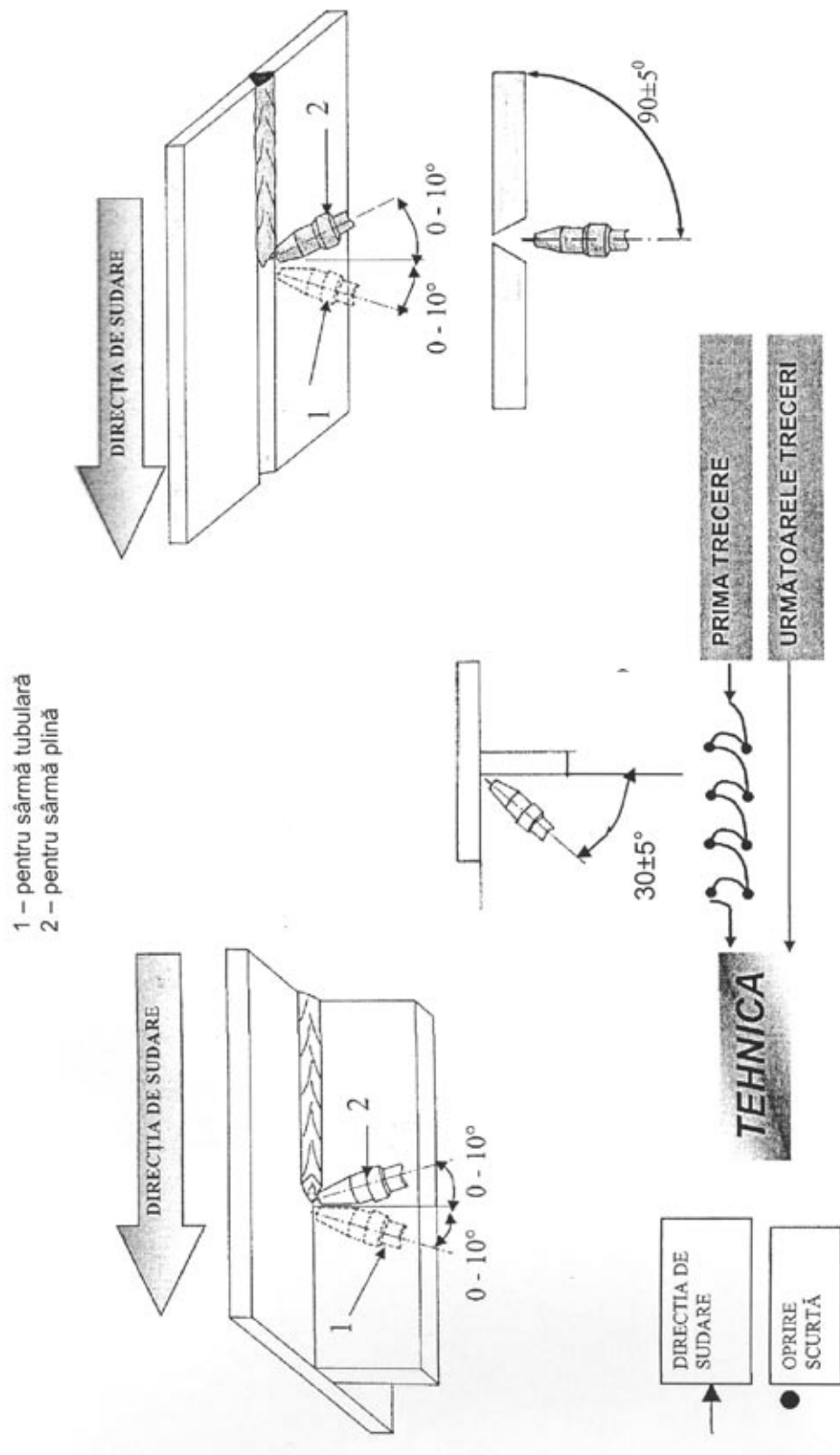
TEHNICA SUDĂRII, UNGHI PISTOLET POZIȚIA PC – LATERAL

- 1 – pentru sârmă tubulară
- 2 – pentru sârmă plină



TEHNICA SUDĂRII, UNGHI PISTOLET POZIȚIA PE/PD – PESTE CAP

ANEXA 3



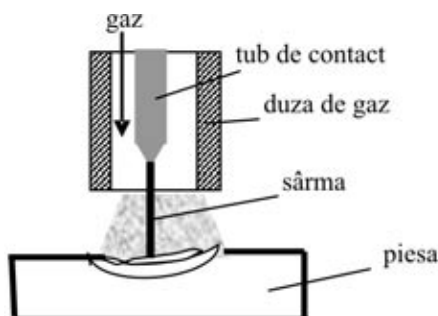
Capitolul 6

SUDAREA în mediu de gaz protector MIG - MAG

6.1. GENERALITĂȚI

6.1.1. Principiul procedeului

MIG - MAG reprezintă procedee care se diferențiază în primul rând prin felul gazului inert sau activ folosit pentru protejarea arcului electric și a băii de metal topit. Sârma este condusă continuu cu ajutorul dispozitivului de avans spre un pistol de sudare. Curentul electric este transferat de la o sursă de alimentare spre sârma electrod printr-un tub de contact. Când sârma atinge piesa de sudat se realizează un arc electric între acestea. Arcul creează căldura care topește sârma și de asemenea, încălzește și topește suprafața piesei.



MIG - metal inert gaz (Ar, He) - pentru sudare Al., inox

MAG - metal activ gaz (CO_2 , amestecuri Ar.+ CO_2) pentru sudare oțel carbon

La sudarea MIG-MAG se folosește curent continuu în general cu polaritate inversă (polul “+” la sârmă) deoarece se realizează o pătrundere mai mare și un transfer mai fin al picăturilor. La sudarea cu polaritate directă, pătrunderea este mai mică și de aceea se recomandă la sudarea tablelor subțiri. Întotdeauna se va ține cont și de recomandările producătorului de sârmă care sunt menționate pe cutie.

6.1.2. Avantajele sudării în mediu de gaze protectoare

- Se pretează la sudarea atât a aliajelor feroase cât și a celor neferoase.
- Asigură o mare productivitate datorită densității mari de curent (rată depunere mai mare) și a eliminării sau reducerii unor operațiuni auxiliare - îndepărtarea zgurii, schimbarea electrodului.
- Permite obținerea unor îmbinări de foarte bună calitate.
- Deformațiile sunt mai reduse (energie liniară mai mică).
- Absența zgurii oferă posibilitatea urmăririi permanente a băii de sudură și a arcului electric.
- Preț de cost mai redus.
- Emisie de fum mai mică.
- Ușor de automatizat.

6.2. GAZE DE PROTECȚIE

Pentru sudarea MIG se folosesc gaze inerte: Ar, He – se aplică în general la sudarea oțelurilor inox și a aluminiului și aliajelor acestora.

Pentru sudarea MAG se folosesc gaze active: CO_2 , Ar + CO_2 – se aplică la sudarea oțelurilor carbon nealiat.

a. Dioxidul de carbon (CO_2)

CO_2 este un gaz oxidant care la temperatura arcului se descompune. Oxigenul care se degajă astfel este foarte activ formând cu C din oțel CO și dacă nu s-ar lua măsuri ca sârma să conțină elemente dezoxidante ca mangan și siliciu s-ar produce decarburarea oțelului.

b. Amestecuri de gaze se utilizează pentru îmbunătățirea rezultatelor obținute cu gaze pure.

Argon predominant + $\begin{cases} 1-2 \% \text{ O}_2 \text{ pentru Al. și inox și sudare MIG oțel carbon.} \\ 15-25 \% \text{ CO}_2 \text{ pentru oțel carbon (sudare MAG)} \end{cases}$

Avantajele sudării cu amestec de gaze față de sudarea cu CO_2 simplu.

- viteze de depunere mai mari
- pătrundere foarte bună
- formarea fumului, stropilor și zgurei este mai redusă
- calitatea sudurii este mai bună (aspect și formă)
- caracteristici mecanice superioare
- funcționare stabilă și la curenți mari și la curenți mici. (CO_2 dă un arc stabil doar la sudarea cu curenți mici).

Amestecul de gaze utilizat în S.N.DG. se numește CORGON 20 (80% Ar + 20 % CO_2).

c. Alegerea gazului de protecție

Există 3 componente principale ce prezintă interes pentru un proces de sudare ales:

- productivitatea
- calitatea
- sănătatea și siguranța

Pentru sudarea MIG-MAG toate cele 3 componente pot fi influențate de gazul de protecție.

- **PRODUCTIVITATEA:** tensiunile de suprafață din baia de sudură sunt afectate de gazele de protecție; acestea determină viteza maximă de sudare deci - productivitatea.

- **CALITATEA:** gazul de protecție influențează cantitatea de stropi, profilul sudurii (aspect) și proprietățile mecanice; aceste componente influențează calitatea.

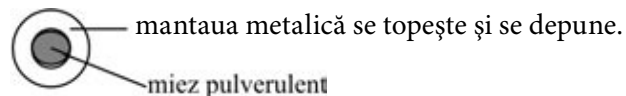
- **SĂNĂTATEA SI SIGURANȚA:** diferite gaze de protecție dau diferite concentrații de fum în timpul sudării. Acest lucru influențează sănătatea și siguranța. Cu cât concentrația de dioxid de carbon este mai mică cu atât se formează mai puțin fum.

La alegerea gazului de protecție se mai ține cont de materialul care se va suda și dacă se va suda cu arc scurt sau spray arc.

6.3. SÂRME PENTRU SUDARE

6.3.1. Sârme pline sunt sârme trefilate din oțel carbon, slab aliat, înalt aliat etc.

6.3.2. Sârme tubulare



Sârmele tubulare pot fi:

- sârme tubulare cu flux, care pot fi:
 - sârme tubulare rutilice
 - sârme tubulare bazice
- sârme tubulare cu pulberi metalice

Elementele conținute de fluxul din interior pot fi metalice sau nemetalice, rolul acestora fiind de:

- stabilitate a arcului
- dezoxidant
- asigură protecția băii
- aport de elemente de aliere

– Sârmele tubulare rutilice

Principalele componente al sârmelor rutilice sunt oxidul de titan (TiO_2) și oxidul de siliciu (SiO_2). Procentajul mare de elemente de aliere care facilitează ionizarea asigură un arc stabil și un transfer fin de picături. Punctul ridicat de topire al zgurii permite sudarea în toate pozițiile.

– Sârme tubulare bazice

Principalele componente sunt fluorura de calciu (CaF_2), carbonatul de calciu (CaCO_3) și oxidul de magneziu (MgO). Aceste elemente sunt mai greu ionizabile, transferul este tip globular. Zgura are un punct de topire scăzut, făcând dificilă sau chiar imposibilă sudarea la poziție.

– Sârme tubulare cu pulberi metalice

Compoziția sârmelor cu pulberi metalice este în principal formată din: fier, fiero-siliciu, fiero-mangan. Adăugarea unui procent mic de elemente nemetalice poate ajuta la stabilitatea arcului. Acest tip de sârmă permite obținerea unei rate de depunere mari datorită prezenței unei importante cantități de elemente metalice în pulberea metalică.

Alegerea sârmei pentru sudare se face în funcție de compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale materialului de bază.

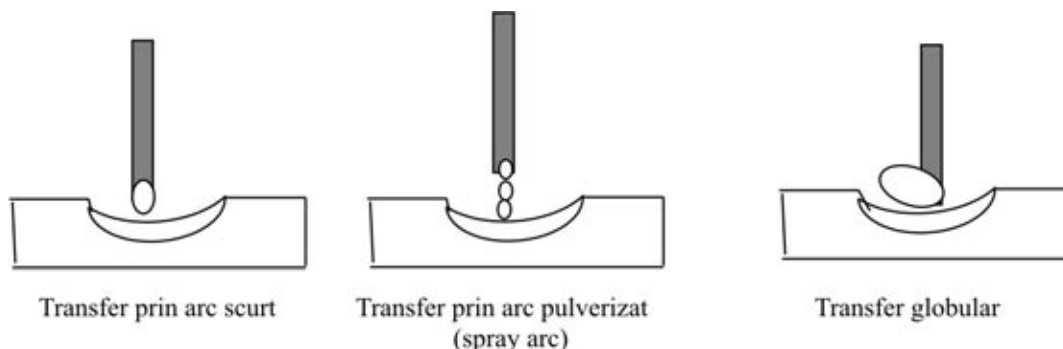
Diametrul sârmei de sudare se alege în funcție de grosimea tablelor și de poziția de sudare:

$d_s = \varnothing 0,8; \varnothing 1;$

$\varnothing 1,2 \text{ mm}$ – pentru sudarea în orice poziție

$d_s = \varnothing 1,6; \varnothing 2; \varnothing 2,4 \text{ mm}$ – pentru sudarea numai la poziția orizontal

6.4. MODUL DE TRANSFER AL METALULUI



6.4.1. Transfer prin arc scurt (scurt circuit)

Se folosește pentru sudarea în toate pozițiile.

Acest gen de transfer are loc în cazul când arcu este menținut mai scurt în gama de tensiuni 15-25 V și când picăturile de metal topit ce se formează la capătul sârmei, care nu depășesc în mărime diametrul sârmei ajung să vină în contact cu baia de sudură. În acel moment se produce un scurt circuit și apare fenomenul de strangulare și separare a picăturii ce trece apoi în baia de metal topit.

La întreruperea scurtcircuitului se produce reamorsarea, apariția unei noi picături la capătul sârmei și ciclul se repetă.

La un arc scurt corect reglat se aude un zgomot fin ca o pârâitură.

Frecvența scurt circuitului este de 20-200 ori pe secundă.

Domeniul de valori pentru arc scurt:

$$I = 40 \div 220 \text{ A}$$

$$U = 15 \div 24 \text{ V}$$

gaz: - CO_2

- amestec $\text{Ar.} + \text{CO}_2$

6.4.2. Transfer prin spray arc (arc pulverizat)

Transferul de metal se realizează prin particule foarte fine, cu diametrul mai mic decât diametrul sârmei care sunt pulverizate prin arcu electric către piesa de sudat.

În timpul sudării nu se produce întreruperea arcului ceea ce face ca acesta să fie foarte stabil.
Domeniul de valori:

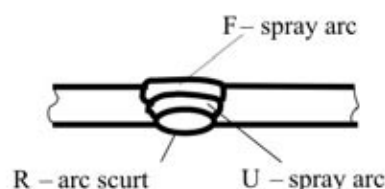
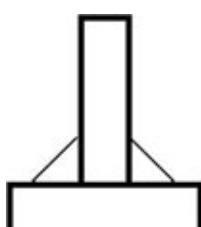
$$I = 220 - 600 \text{ A}$$

$$U = 25 - 40 \text{ V}$$

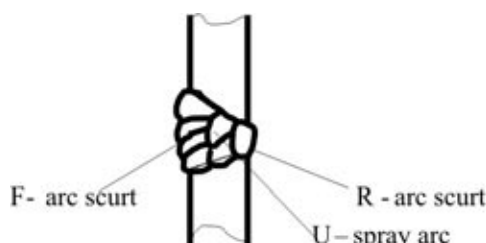
gaz: amestec Ar. + CO₂

Se poate suda spray arc cu sârmă plină numai la următoarele poziții:

- poziția orizontal, îmbinări de colț și îmbinări cap la cap: - stratul de umplere (U) și fața (F);
- rădăcina (R) se execută cu arc scurt



- poziția lateral - stratul de umplere (U).
- rădăcina (R) și fața (F) se execută cu arc scurt.



6.4.3. Transfer globular

Transferul metalului se realizează sub formă globulară și apare când valorile curentului de sudare și tensiunea arcului sunt medii, cuprinse între valorile de scurt-circuit și spray arc. Intensitatea curentului nu este suficientă pentru a provoca efectul de gătuire al picăturii, aceasta se mărește căpătând mărimi mai mari decât diametrul sârmei.

Transferul se face prin scurt-circuit, când picătura atinge baia de metal topit, sau prin detașarea picăturii sub efectul greutatei. Traectoria picăturii este la întâmplare și nu se produce pe direcția axei sârmei. La acest mod de transfer arcul este instabil, pătrunderea este mică, stropii sunt mari. Se evită pe cât posibil acest mod de transfer.

6.5. PARAMETRII DE SUDARE

6.5.1. Parametri preselecți

- a. tipul sârmei – se alege în funcție de materialul care se sudează (compoziție chimică și caracteristici mecanice).
- b. diametrul sârmei – se alege în funcție de grosimea tablei și poziția de sudare.
- c. debitul de gaz trebuie ales corect deoarece un debit prea mare sau prea mic nu protejează baia de sudură și apar pori.

Reglarea debitului de gaz se face cu tot traseul instalației montat, scurgerea de gaz făcându-se prin pistol. În cazul alimentării cu gaz de la butelii sau baterii de butelii se va utiliza reductorul de presiune pentru 300 atmosfere cu debitmetru 1-32 l / min, iar în cazul alimentării cu gaz de la rețea se va utiliza regulatorul de presiune cu debitmetru 1-32 l / min. Pentru ca debitul de gaz măsurat la ieșirea din butelie sau rețea să fie regăsit la capul de sudare, este necesară verificarea traseului de transport al gazului de protecție.

Eventualele scăpări de gaz reduc debitul util al acestuia, ducând la apariția porilor în îmbinarea sudată.

Debit recomandat:

- arc scurt 16 - 18 l / min.
- spray arc 18 - 20 l / min.

6.5.2. Parametri dependenți de echipamentul de sudare:

a. viteza de avans a sârmei se reglează pe mecanismul de avans a sârmei; viteza neregulată cu care se fac alimentarea sârmei poate fi cauzată de reglarea incorectă a roților de avans, traseu sârmă deteriorat sau bec de contact deteriorat.

b. tensiunea se reglează pe mecanismul de avans, depinde de viteza de avans a sârmei și de gazul de protecție utilizat.

Dacă:

- tensiunea este prea mică față de viteza de avans a sârmei, sârma nu va avea timp să se topească, se va ciocni de metalul de bază rezultatul fiind o sudură cu penetrație scăzută, datorită tendinței de ridicare a pistolului.

- tensiunea este prea mare față de viteza de avans a sârmei, mecanismul de avans nu va avea timp să alimenteze sârma în același ritm în care aceasta se topește, arcul va deveni lung și instabil rezultând mulți stropi și o sudură cu convexitate prea mică și creștături (arsuri).

c. Intensitatea curentului de sudare se alege în funcție de grosimea piesei de sudat și de poziția de sudare și este proporțională cu viteza de avans a sârmei.

Valorile acestor parametri sunt date în: Anexa 1 - pentru sârmă tubulară

Anexa 2 – pentru sârmă plină

6.5.3. Parametri dependenți de sudor:

a. viteza de sudare

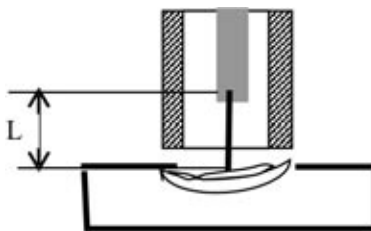
- la o viteză prea mică, cantitatea de metal depus este mare, iar la tablele subțiri pot apărea perforări;
- la viteze mari, scade adâncimea de pătrundere, se micșorează lățimea cusăturii, apar creștături și stropi.

b. unghiul pistolului - Anexa 3.

c. lungimea liberă a sârmei se măsoară de la ieșirea din becul de contact până la baie de sudură. Influențează calitatea sudurii și de aceea se recomandă menținerea ei la valori cât mai constante.

lungimea liberă a sârmei „L”:

- arc scurt = 10 ÷ 15 mm.
- spray arc = 15 ÷ 20 mm.



La valori prea mari ale lungimii libere a sârmei amorsarea și stabilitatea arcului se înrăutățesc, arcul arde cu zgomot strident, apar mulți stropi și pătrunderea scade.

6.6. RECOMANDĂRI PRIVIND SUDAREA MIG - MAG

Calitatea unei îmbinări sudate depinde în mare măsură de modul de pregătire a pieselor.

Înainte de sudare se curăță rostul îmbinării și marginile alăturate cu peria de sârmă sau prin alte mijloace dacă este necesar pentru a îndepărta orice impuritate care ar putea produce defecte în sudură (oxizi, grăsimi, rugină etc).

Pentru obținerea unor îmbinări de colț de bună calitate în situațiile în care grundul pasivant depășește grosimea prescrisă de producător ca accesibilă pentru sudare, se recomandă îndepărtarea grundului pe marginile osaturii și pe table.

Când documentația de execuție impune preîncălzire, aceasta se execută cu flacără oxiacetilenică neutră, pe o lățime de 4 ori grosimea tablei, însă nu mai puțin de 100 mm de o parte și de alta a îmbinării. Preîncălzirea se execută înainte de sudare și se menține pe tot parcursul sudării la valoarea menționată în documentația de execuție. Temperatura de preîncălzire se măsoară de către executant, cu creioane termochimice sau termometre de contact.

Sudarea se execută după asamblare la un interval cât mai scurt de timp, pentru a se evita oxidarea suprafețelor curățate și pregătite pentru sudare, precum și pătrunderea în zona îmbinării a impurităților.

Nu se începe sudarea dacă pregătirea pentru sudare nu este corespunzătoare, marginile îmbinării prezintă urme de rugină, oxizi, umezeală, impurități.

Sârma folosită la sudare cu amestec de gaze trebuie să nu prezinte deformații și să fie lipsită de rugină, grăsimi sau alte impurități.

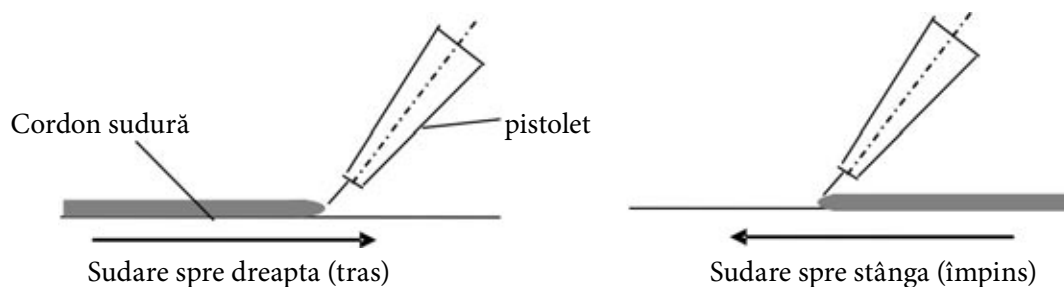
Pentru a se asigura o pătrundere corespunzătoare și pentru a se evita apariția incluziunilor de zgură și a lipsei de topire, **când se utilizează sârmă tubulară se va suda întotdeauna spre dreapta(tras)**

Se va suda în curent continuu cu polaritate DC + (polul “ + ” la sârma).

Sudarea în mediu de gaz protector se poate executa în orice poziție cu respectarea regimurilor de sudare (Anexa 1 si 2) și poziția corectă a pistolului (anexa 3)

La sudarea semiautomată tehnica de lucru influențează calitatea îmbinării deoarece pistolul de sudare este condus manual în lungul îmbinării.

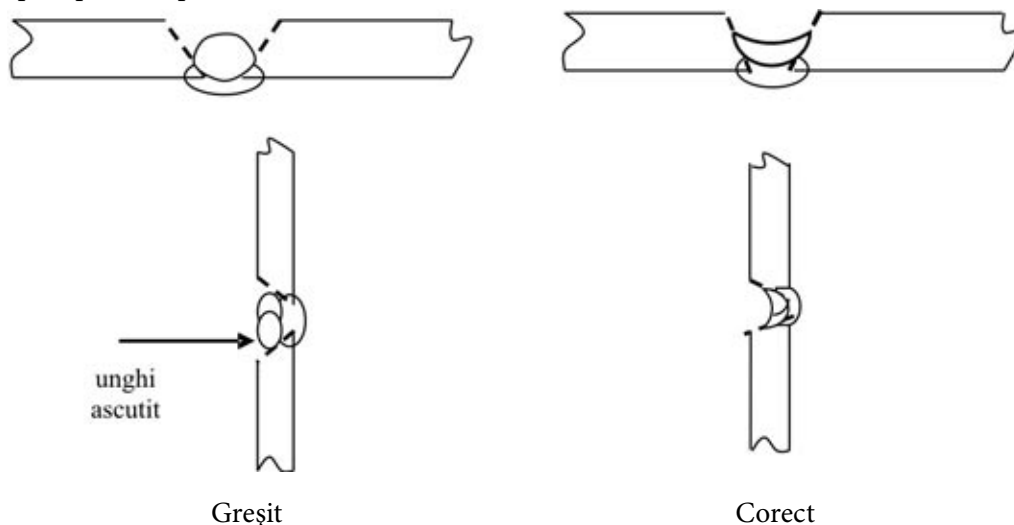
În cazul sudării spre dreapta (tras) presiunea arcului electric împinge metalul lichid spre cusătură, pătrunderea este mai bună, cordonul este îngust și înalt.



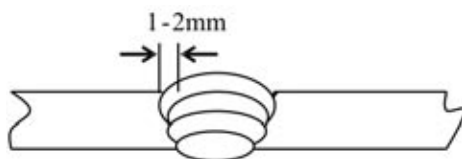
În cazul sudării spre stânga (împins), aspectul cordonului este mai uniform, pătrunderea este mai mică, cordonul este plat și cu o lățime mai mare. Sudarea spre stânga (împins) se recomandă numai la sudarea cu sârmă plină.

Depunerea cordonului de sudură se face prin diferite mișcări ale arcului electric (pistol) care depind de tipul îmbinării și poziția de sudare (Anexa 3)

Așezarea straturilor trebuie să se facă corespunzător, evitându-se formarea unghiurilor ascuțite între metal de bază și metal de bază sau între rândurile de sudură, acestea ducând la apariția defectelor ca lipsă de topire sau incluziuni de zgură. Acolo unde se constată o așezare necorespunzătoare a rândurilor de sudură se va corecta prin polizare pentru a realiza o trecere lină între rânduri.



Pentru a asigura o topire corespunzătoare a materialului de bază, la straturile de umplere se va insista asupra marginilor tablelor, iar stratul de suprafață trebuie să depășească cu 1-2 mm marginile tablelor.



În timpul sudării, se vor evita mișcările prea bruște ale pistolului, pentru evitarea pătrunderii aerului în spațiul arcului și oxidarea băii de metal topit. Duza se curăță periodic de stropi. Pentru evitarea lipirii prea puternice a acestora, se va folosi spray, emulsie sau pastă antistropi.

În cazul utilizării pastei antistropi, duza se introduce fierbinte în pastă, după care amorsarea se face pe o plăcuță de probă pentru a elimina excesul de pastă ce ar produce pori.

Înainte de începerea sudării, sudorul va efectua următoarele verificări: verifică dacă întreaga instalație este în bună stare de funcționare, dacă sârma înaintează constant, reglează regimul de sudare în funcție de tipul și poziția de sudare. Pentru a elimina aerul din furtunul de alimentare se va efectua o purjare de 10-15 sec. Becul se înlocuiește dacă este ovalizat. Zgura se curăță după fiecare rând; altfel înrăutățește stabilitatea arcului și poate da naștere la defecte în cordon.

Sudarea pe suport ceramic

Indicațiile privind pregătirea pentru sudare și sudarea cap la cap fără suport ceramic sunt valabile și pentru sudarea cap la cap pe suport ceramic cu completările de mai jos:

- Asamblarea se va realiza numai cu ajutorul pieptenilor dispuși, de preferință, pe partea pe care se montează suportul ceramic.



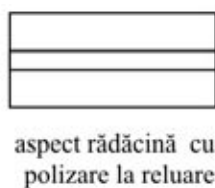
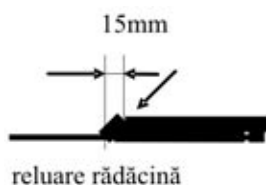
- Suprafața tablelor pe care se va lipi suportul ceramic trebuie să fie curățată de orice impuritate care ar împiedica lipirea corespunzătoare a suportului ceramic: umezeală, rugină, stropi, grăsimi, pe o porțiune de 40 mm de o parte și de alta a îmbinării. Fixarea suportului ceramic pe tablele de sudat se face cu ajutorul foliei autoadezive prin presarea acesteia după îndepărtarea foliei de hârtie protectoare având grijă ca centrul plăcuței să corespundă cu centrul cuplării. Plăcuțele ceramice sunt livrate în baghete cu lungimea de 0,5 - 1 m.

Pentru realizarea continuității suportului ceramic, pe toată lungimea cuplării se va dezlipi o plăcuță de pe bagheta ce urmează a fi lipită, suprapunându-se adezivul peste plăcuța anterioară.

Cuplările vor fi prevăzute cu plăcuțe de capăt care vor avea aceeași grosime și prelucrare ca tablele îmbinării propriu-zise și dimensiunile 50 / 50 mm. Aplicarea suportului ceramic se va face și pe aceste plăcuțe de capăt.

Înainte de sudare, sudorul verifică dacă plăcuțele sunt aplicate corespunzător și dacă deschiderea rostului și unghiului de prelucrare corespund indicațiilor tehnologice.

Trebuie avut în vedere ca sârma de sudură să urmărească mereu baia de metal topit pentru că dacă atinge suportul ceramic, arcul electric se întrerupe.



Pentru reluarea sudării rădăcinii întreruptă accidental sau datorită necesității deplasării sudorului de-a lungul cordonului este necesar să se polizeze capătul sudurii pe o lungime de 15 mm, fără a atinge suportul ceramic.

La sudarea pe suport ceramic plat, sudarea se face dintr-o singură parte fără completarea rădăcinii. Eventualele defecte ale cordonului de rădăcină se remediază prin polizare și resudare.

La sudarea pe suport ceramic rotund, se sudează pe ambele părți completarea rădăcinii făcându-se fără crăițuirea rădăcinii.

Se va menține un standard ridicat de aspect vizual al sudurilor din punct de vedere al rectilinității cusăturii (abatere max. 5 % din lățimea sudurii), rugozității suprafeței (nu mai mare de 1÷1,5 mm măsurată de la cel mai înalt la cel mai jos punct al sudurii), lipsei punctelor ascuțite, lipsei defectelor vizibile (cratere, pori, fisuri, creștături, stropi).

Nu se admit suduri cu grosimea sub nivelul tablelor.

Dacă au apărut defecte exterioare (depistate vizual) acestea se remediază imediat prin:

- polizare sau crăițuire + polizare la metal curat
- verificare canal cu lichide penetrante – în cazul fisurilor
- resudare - cu aceleași materiale și în aceleași condiții ca la sudarea inițială.

Limitele de acceptabilitate a îmbinărilor sudate, vor fi conform documentației de execuție, standarde de execuție, interpretare și acceptare agreeate de către Client și Societatea de Clasificare care supraveghează lucrarea.

Verificarea execuției îmbinărilor sudate se face pe tot parcursul operațiilor de pregătire pentru sudare în timpul sudării și după sudare de către executanți pentru conformitate cu documentația de execuție.

6.7. INSTALAȚII DE SUDARE MIG - MAG

Se compun din:

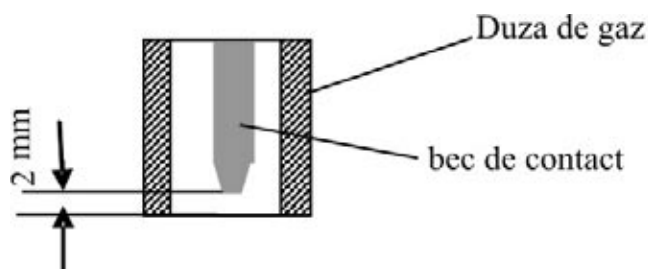
- sursa de curent
- mecanismul de avans
- pistol de sudare
- alimentarea cu gaz de protecție

Sursa de curent transformă curentul de la rețea în curent continuu la nivel corespunzător pentru sudare.

Există mai multe tipuri de surse: exemplu - redresor, invertor (cu reglaj electronic).

Mecanismul de avans este compus dintr-un tambur de înfășurare a sârmei și un dispozitiv de alimentare a sârmei; mai conține 2 sau mai multe role care împing sârma în tubul de protecție.

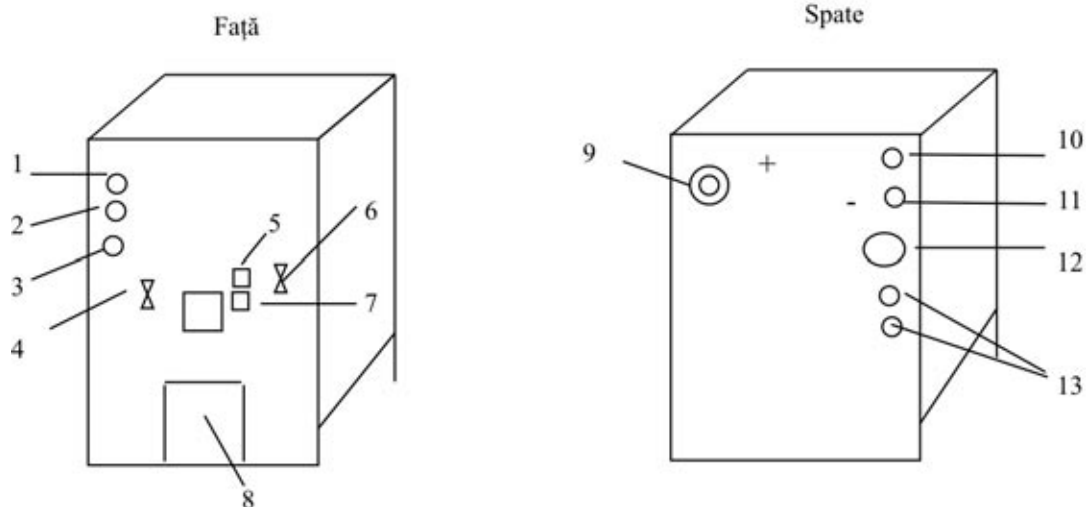
Pistoletul de sudare - cele mai importante piese sunt becul și duza. Distanța duzei față de bec este de 2 mm. O distanță mai mare duce la un arc instabil și lipsa de topire, iar când becul iese în afara duzei, gazul protector devine insuficient. Pistoletul poate fi răcit cu aer sau cu apă, funcție de gazele de protecție și intensitatea curentului de sudare.



Alimentarea cu gaz se poate face de la butelie sau de la rețea prin intermediul unui furtun de gaz. Presiunea și debitul de lucru al gazului sunt reglate cu ajutorul unui reductor de presiune și al unui debitmetru.

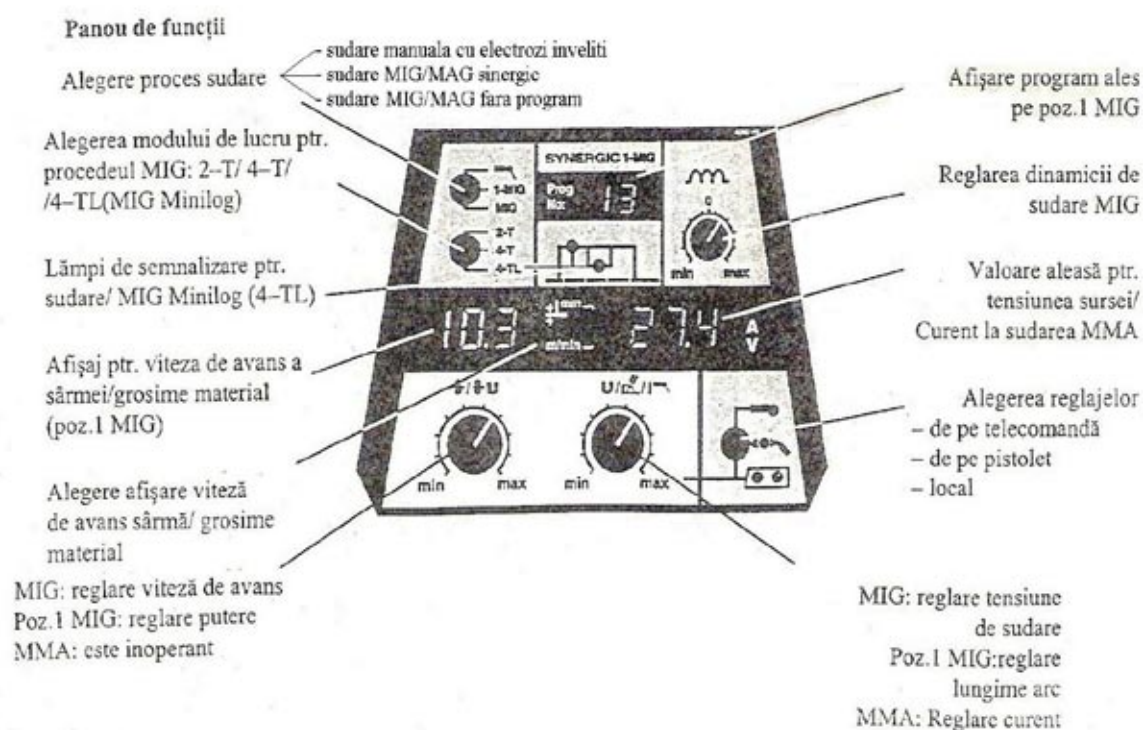
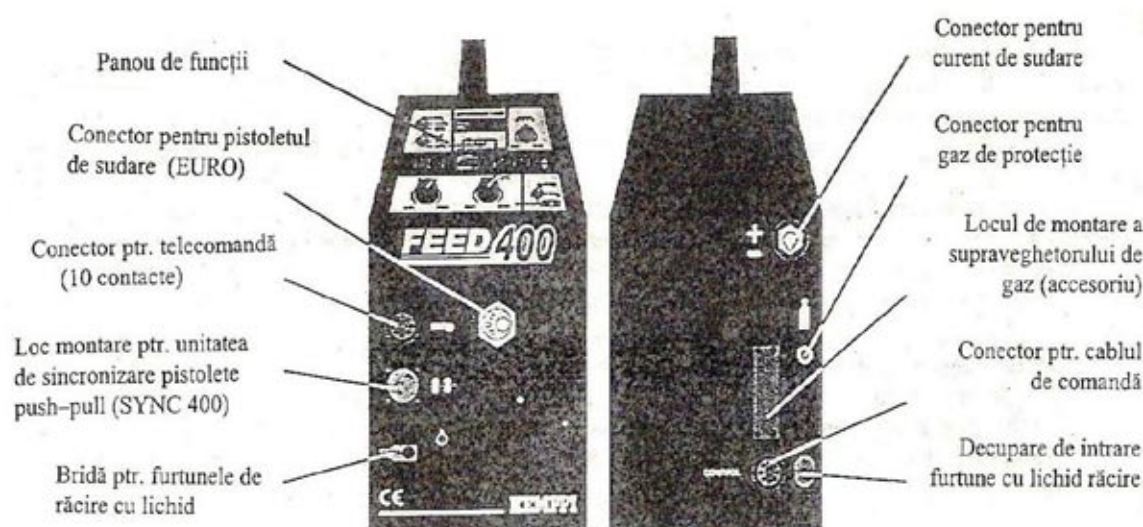
6.7.1. Instalații de sudare KEMPPI

6.7.1.1. Sursa KEMPOMIG 4000 W

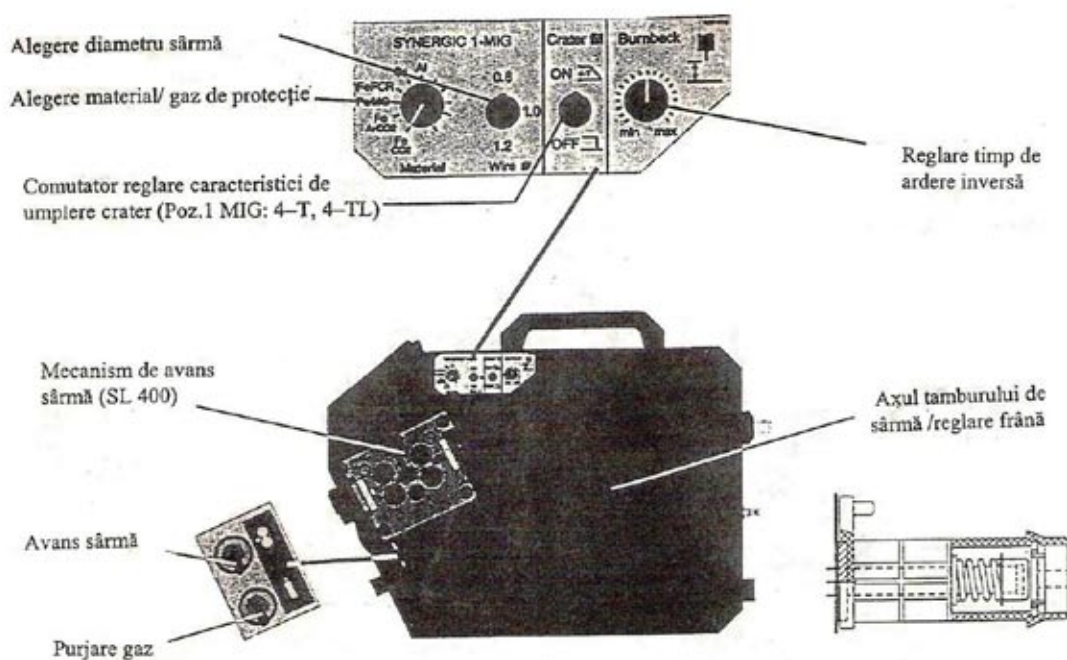


1. Lampă de semnalizare pentru comutatorul principal (se aprinde când sursa este alimentată).
2. Lampă de semnalizare pentru protecția termică, luminează când termostatul s-a declanșat datorită supraîncălzirii; protecția se declanșează dacă sursa de energie este încărcată continuu peste valorile nominale sau dacă a fost blocată circulația aerului de răcire. Ventilatorul răcește mașina, iar după ce lampa de semnalizare se stinge se poate reîncepe sudarea.
3. Reglaj pentru dinamica arcului la sudarea cu electrozi înveliți (se recomandă poziția "0" pentru toate tipurile de electrozi).
4. Comutator de selectare a regimului de răcire a pistolului (cu aer sau apă).
5. Lampă de semnalizare pentru lipsă presiune la apă.
6. Comutator de testare pentru circulația apei. Apa poate circula fără începerea sudării. Se utilizează pentru umplerea pistolului înainte de sudare.
7. Lampă de semnalizare pentru supraîncălzire. Dacă apa se încălzește, protecția termică va opri sursa de energie. Funcționarea agregatului de răcire va continua automat timp de 5-7 minute. După ce apa s-a răcit lampa se stinge și se poate relua sudarea.
8. Rezervor cu lichid de răcire.
9. Comutator principal (pornit - oprit).
10. Conector de sudare +.
11. Conector de sudare -.
12. Conector pentru mecanismul de avans
13. Tur-retur lichid de răcire

6.7.1.2. Mecanismul de avans Feed 400



Alegerea programelor pe poz.1 MIG



Tabel de ghidare ptr.programele poz.1 MIG
(a se vedea și ușița laterală, interior)

Programe sinergice - poz.1 MIG				
	Prog.No:	Material	Gas	
	0.8	11 0.8 Fe	CO2	
	1.0	12 1.0 Fe	CO2	
	1.2	13 1.2 Fe	CO2	
	0.8	21 0.8 Fe	Ar 15-25%CO2	
	1.0	22 1.0 Fe	Ar 15-25%CO2	
	1.2	23 1.2 Fe	Ar 15-25%CO2	
	0.8	---	no program	
	1.0	---	no program	
	1.2	33 1.2 FeMC	Ar 15-25%CO2	
	0.8	---	no program	
	1.0	---	no program	
	1.2	43 1.2 FeFCR	Ar 15-25%CO2	
	0.8	51 0.8 SS	Ar 2%CO2,O2	
	1.0	52 1.0 SS	Ar 2%CO2,O2	
	1.2	53 1.2 SS	Ar 2%CO2,O2	
	0.8	---	no program	
	1.0	62 1.0 AlMg5	Ar	
	1.2	63 1.2 AlMg5	Ar	
	0.8	---	no program	
	1.0	---	no program	
	1.2	---	no program	
	0.8	---	no program	
	1.0	---	no program	
	1.2	---	no program	

ERORI:

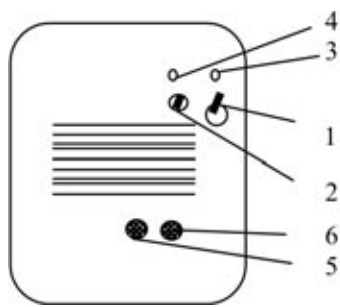
E 02 - selectare greșită a procedului de sudare (se acționează pistolul când a fost selectat procedeul de sudare cu electrozi).

E 08 - pistol supraîncălzit

E 09 - suprasolicitarea motorului pentru sârmă, datorită blocării tubului de ghidare a sârmei sau îndoirii prea puternice a cablului pistolului.

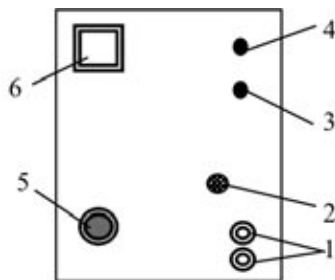
6.7.2. Instalații de sudare MIG / MAG – ESAB

6.7.2.1. Sursa – LAW 520



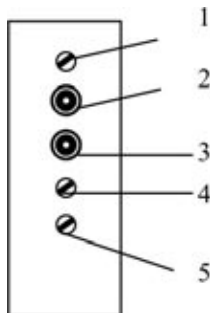
- 1 – întrerupător principal (pornit / oprit)
- 2 – întrerupător unitate de răcire (pornit / oprit)
- 3 – lampă semnalizare prezență tensiune (se aprinde când sursa este pornită)
- 4 – lampă de avertizare (se aprinde în cazul supraîncălzirii)
- 5 – conectare cablu de masa (-) arc scurt
- 6 – conectare cablu de masa (-) spray arc

6.7.2.2. Mecanismul de avans – MEK 20



- 1 – cuple conectare furtune răcire cu apă
- 2 – cuplă conectare telecomandă
- 3 – potențiomtru reglare viteză de avans sârmă
- 4 – potențiomtru reglare tensiune arc panou frontal
- 5 – cuplă conectare pistol
- 6 – ecran afișare parametreei de lucru tensiune arc [v] / intensitate curent [A])

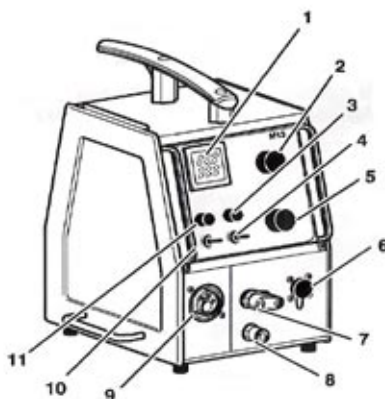
} panou frontal



- 1 – potențiomtru reglare debit de gaz
- 2 – comutator umplere crater (pornit / oprit)
- 3 – comutator alegerea modului de lucru (2 timpi / 4 timpi) lateral
- 4 – potențiomtru reglare timp ardere înapoi
- 5 – potențiomtru reglare timp umplere crater

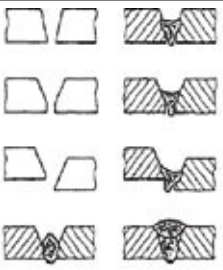
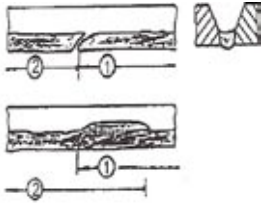
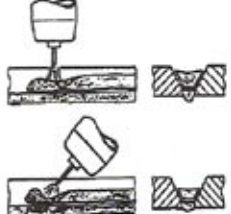
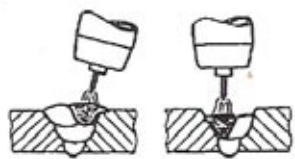
} panou lateral

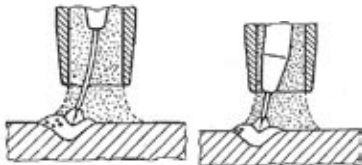
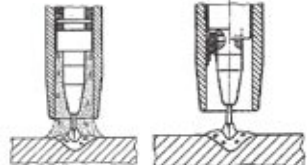
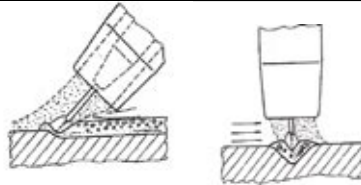
6.7.2.3. Mecanismul de avans Feed 48-4 M13



- 1 - ecran afișare parametreei de lucru
- 2 - potențiomtru reglare tensiune arc
- 3 - potențiomtru reglare timp umplere crater
- 4 - comutator amorsare lenta
- 5 - potențiomtru reglare viteză de avans sârmă
- 6 - cuplă conectare telecomandă
- 7,8 - cuple conectare furtune răcire cu apă
- 9 - cuplă conectare pistol
- 10 - comutator alegerea modului de lucru (2 timpi / 4 timpi)
- 11 - potențiomtru reglare timp ardere înapoi

6.8. Defecte specifice îmbinărilor sudate prin procedeul MIG-MAG

Principalele defecte	Principalele cauze	Remedii practice	
Dificultăți de amorsare	Lipsă gaz de protecție	Verificați prezența gazului și debitul	
	Viteza sârmei neuniformă	Verificați traseul sârmei și presiunea de strângere a rotelor	
	Curent mic de sudare	Măriți curentul de sudare	
	Becul mai mare decât diametrul sârmei sau decalibrată	Verificați duza de contact și înlocuiți-o dacă este decalibrată	
	Clema de masă prost fixată	Verificați prinderea la masă	
Lipsă de topire	Pregătire defectuoasă a rostului: unghi mic, deschiderea rostului mică, prag mare, dezaxare table	Verificarea dimensiunilor rostului, conform IT pregătirea pentru sudare	
	Amorsare defectuoasă	Folosiți plăcuțe de capăt acolo unde este posibil, realizați o reluare corespunzătoare	
	Puterea arcului prea mică: tensiune, intensitate prea mici, viteză de sudare prea mare, lungimea liberă a sârmei prea mare	Reglați parametrii corespunzători conform Anexa 1,2	
	Scurgerea băii înaintea arcului: putere a arcului și volumul băii topite prea mari, sudarea spre stânga (împins)	Reduceți parametrii de sudare Sudați spre dreapta (tras)	
	Poziționare greșită a pistolului: lungime liberă prea mare, dispunerea greșită a rândurilor	Poziționați pistolul corect, conform Anexa 3	

Principalele defecte	Principalele cauze	Remedii practice	
Porozitate	- Lungimea liberă prea mare - Bec deformat	- Distanța dintre duza de gaz și bec trebuie să fie cca. 2 mm - Se va înlocui becul necorespunzător	
	- Neetanșeități în circuitul de răcire - Difuzor de gaz obturată	- Se repară pistolul - Se curăță difuzorul de gaz	
	- Poziționarea greșită a pistolului - Curenți de aer	- Poziționați pistolul corect, conform Anexa 3 - Închideți ușile și ferestrele în hale, folosiți copertine la vapor	
	Vopsea, grăsime, murdărie sau umezeală pe suprafața rostului	Curățați/uscați pereții rostului	
	Debitul de gaz prea mare sau prea mic, pierderi de gaz pe traseu - Debitmetru defect	- Reglați debitul, verificați traseul de gaz - Înlocuiți debitmetrul	
	- Sudarea la temperaturi scăzute fără măsuri de protecție	- Respectați indicațiile din IT sudarea la temperaturi scăzute	
Incluziuni de zgură	- Curent de sudare și viteză de sudare prea mici - Sudare spre stânga (împins)	- reglați parametrii conform Anexa 1, 2 - Sudați numai tras	
	- poziționarea greșită a pistolului	Poziționați pistolul corect, conform Anexa 3, mențineți zgura în spatele arcului electric	
	- Sudarea la temperaturi scăzute fără măsuri de protecție	- Respectați indicațiile din IT sudarea la temperaturi scăzute	
	Curățarea incorectă a zgurei între straturi	Folosiți polizorul pentru a curăța zgura de pe flancuri	
Crestături marginale	Curent de sudare, tensiune și viteză de sudare prea mari	- reglați parametrii conform Anexa 1,2	

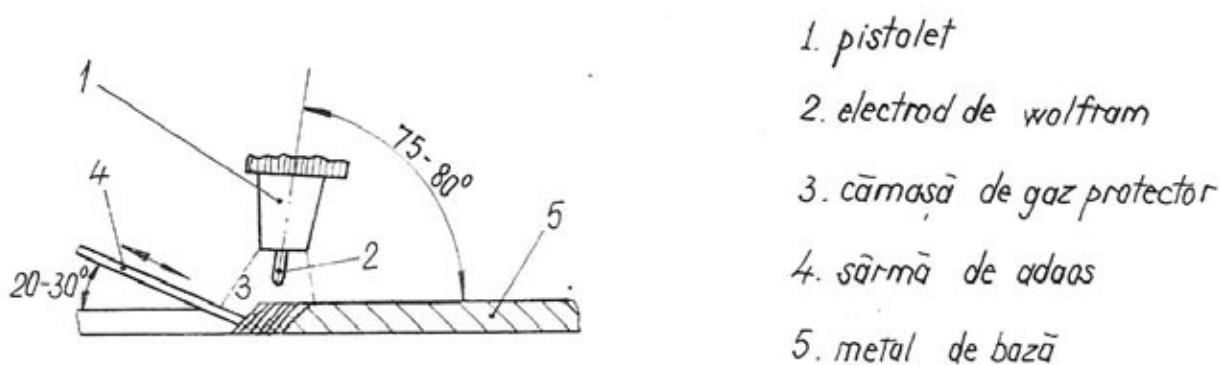
Capitolul 7

TEHNOLOGIA SUDĂRII WIG(TIG)

7.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI

WIG (TIG) = wolfram inert gas (tungsten inert gas)

Principiul procedeului WIG constă în formarea unui arc electric între un electrod nefuzibil din wolfram și metalul de sudat. Arcul electric, electrodul de wolfram și baia de metal topit sunt protejate de un gaz inert.



Pentru realizarea cusăturii, în spațiul arcului se introduce din lateral manual sau mecanizat, metal de adaos sub formă de sârma. La sudurile pe muchie și cu margini răsfrânte, procedeul se aplică fără material de adaos.

7.2. AVANTAJE ȘI DEZAVANTAJE

7.2.1. Avantaje:

- se sudează orice metal sau aliaj, obținându-se cusături cu grad ridicat de puritate
- arcul și baia de sudură sunt vizibile și astfel sudorul poate controla procesul
- nu se produc stropiri și nici împrăscări de metal
- se poate suda în orice poziție
- nu rezultă zgură, deci nu există posibilitatea introducerii de incluziuni nemetalice în cusătură
- datorită gazului inert nu se produc modificări chimice în metalele și aliajele sudate
- se realizează suduri de mare finețe începând de la grosimi ale tablelor de 0,3 mm

7.2.2. Dezavantaje:

- este un procedeu manual și ca urmare calitatea sudurii depinde mult de îndemânarea sudorului
- pentru realizarea mișcărilor pistolului sârma și dozării materialului de adaos în raport cu forma îmbinării
- viteze mici de sudare care duc la o productivitate scăzută
- la materialele cu grosimi mai mari de 6 mm, se folosește numai pentru realizarea stratului de rădăcină urmând ca celelalte straturi să fie depuse printr-un procedeu mai productiv.

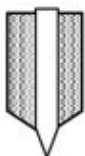
7.3. MATERIALE FOLOSITE LA SUDARE

a. materialul de adaos - se alege în funcție de compoziția chimică și caracteristicile mecanice ale metalului de bază. La sudarea oțelurilor înalt aliate sau aliaje speciale, materialul de adaos se livrează odată cu materialul de bază sau pentru sudare se decupează fâșii din acesta.

b. Electrozii de wolfram se fabrică sub formă de vergele cu diametrul de 1÷8mm și lungimea de 175mm.

Pentru realizarea unor suduri de bună calitate, în funcție de natura curentului de sudare, capătul electrodului va avea forma:

- ascuțită la sudarea în curent continuu;
- rotunjită la sudarea în curent alternativ;



c. Gazele de protecție cele mai utilizate gaze la sudarea WIG sunt argonul și heliul.

Gazele de protecție se transportă și se stochează de obicei în fază gazoasă în butelii sub presiune.

Se recomandă a se evita golirea completă a buteliilor, pentru a se evita pătrunderea aerului în interior, fapt ce poate provoca degradarea gazului la umplerea următoare.

7.4. TIPUL CURENTULUI DE SUDARE

Arcul electric poate fi alimentat în curent continuu pentru sudarea oțelurilor sau curent alternativ pentru sudarea aluminiului și aliajelor ușoare. Se recomandă folosirea polarității directe (polul “-” la electrod) deoarece se asigură o pătrundere mai bună, lățimea sudurii fiind mai mică datorită concentrării mari de căldură. Nu se recomandă folosirea polarității inverse (polul “+” la electrod), deoarece cantitatea de căldură în pata anodică care se formează la electrod este mare conducând la deteriorarea rapidă a acestuia. Dacă însă este necesar acest lucru se limitează intensitatea curentului de sudare la valori mai mici sau se mărește diametrul electrodului de wolfram. Pătrunderea în cazul sudării cu polaritate inversă este mică, lățimea sudurii fiind prea mare.

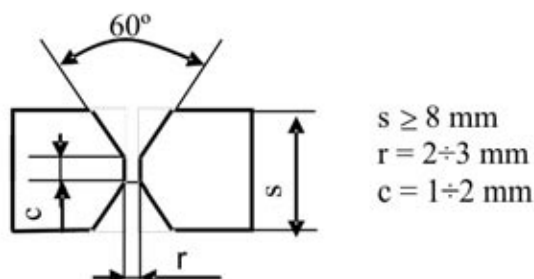
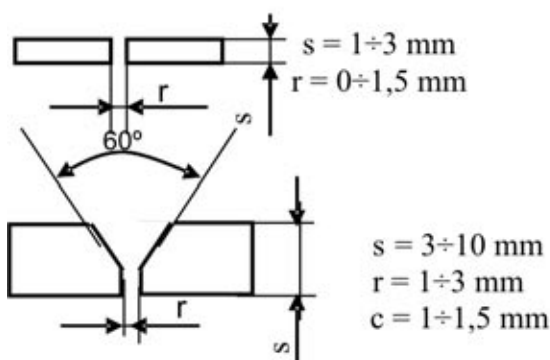
La sudarea în curent alternativ unde polaritatea curentului se schimbă de 50 de ori pe secundă, se asigură o cusătură sudată având o pătrundere și lățime de valori medii.

La sudarea în curent alternativ se obține o bună curățire a suprafeței de oxizi.

7.5. TEHNICA SUDĂRII

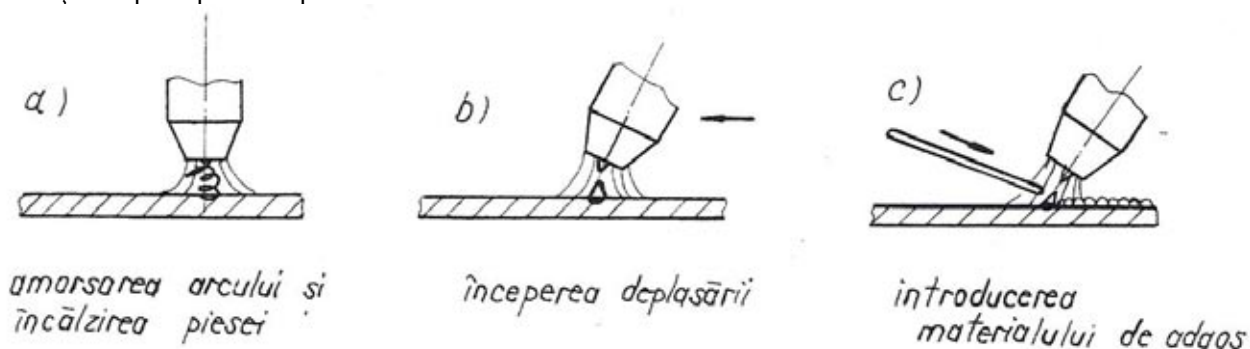
7.5.1. Pregătirea pentru sudare

O condiție esențială pentru executarea unor suduri de calitate prin procedeul WIG este asigurarea în zona îmbinării a unor suprafețe perfect curățate de oxizi, urme de ulei și alte impurități. Aceasta se poate face prin procedee chimice (degresare) sau mecanice (sablare, prelucrări mecanice etc.)



Amorsarea arcului electric se face prin apropierea electrodului de piesă. La instalațiile de sudare care au generatoare de impulsuri de înaltă frecvență (HF), amorsarea arcului se poate realiza prin apropierea electrodului de piesă, fără contact.

După ce arc electric a fost amorsat, pistolul se menține fix deasupra unui punct al îmbinării până când metalul piesei atinge temperatura de topire. Apoi prin descrierea unor cercuri mici, zona topită se va mări și începe deplasarea pistolului cu o viteză de avans convenabilă



Metalul de adaos sub formă de vergele se introduce în arc, pentru a asigura umplerea rostului. Este necesar ca mișcarea de introducere a sârmei să se facă ținând permanent capătul acesteia în interiorul jetului de argon (fără să atingă electrodul de wolfram), pentru a se evita oxidarea sârmei și apariția porilor în cusătură.

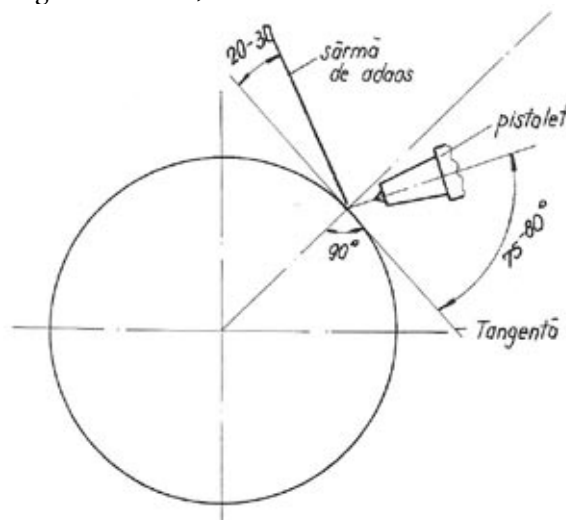
Se va insista cu arc electric asupra punctelor de prindere pentru topirea și înglobarea acestora în baia de sudură și realizarea unei rădăcini corespunzătoare.

Pentru asigurarea unei bune stabilități, arc electric se va menține cât mai scurt posibil și cu o lungime constantă.

La încetarea sudării, după stingerea arcului electric, este necesară menținerea jetului de argon cca. 10 secunde până la solidificarea metalului topit pentru a evita oxidarea băii.

Formarea craterelor la sfârșitul cusăturii poate fi evitată prin reducerea automată a curentului de sudare, realizată de instalația de sudare. Dacă instalația de sudare nu permite acest lucru, la sfârșitul cusăturii sudate se execută o întoarcere înapoi pe o lungime de 15 mm, după care arc se stinge.

Sudarea WIG a țevelor se poate executa în toate pozițiile de sudare. În timpul sudării, conducerea (mânuierea) pistolului și a sârmei pe îmbinare se face astfel încât față de tangenta la țeavă, electrodul de wolfram să fie înclinat la un unghi de 75-80°, iar sârma de sudură să fie înclinată la un unghi de 20-30°.



Forma vârfului electrodului de wolfram influențează stabilitatea arcului electric și adâncimea de pătrundere (vârf ascuțit = pătrundere bună, vârf neascuțit = sudură mai lată). Vârful electrodului de wolfram iese afară din duza pistolului 3÷6mm în funcție de diametrul electrodului și de natura îmbinării.

7. 5. 3. Parametrii de sudare

- **diametrul sârmei electrod** – se adoptă în funcție de grosimea pieselor de sudat;
- **intensitatea curentului de sudare** – valoarea curentului de sudare se alege în funcție de diametrul electrodului de wolfram.

Grosime material de bază (mm)	Diametru electrod de wolfram (mm)	Diametru sârmă de sudare (mm)	Intensitate curent de sudare Is (A)	Debit de gaz pentru sudare (l / min)	Debit de gaz pentru protecția rădăcinii (*) (l / min)
2 -3	2, 4	2-2, 4	65-85	10-12	7-8
3, 2 - 5	2, 4	2, 4	70-90	10-12	7-8

Se poate utiliza argon și pentru protecția rădăcinii în cazul unor cerințe de calitate deosebite, iar la sudarea tubulaturilor din inox se folosește pernă de argon obligatoriu. Etanșarea țevelor pentru realizarea pernei de argon, se face cu ajutorul dopurilor de cauciuc prevăzute cu ștuțuri pentru intrarea și ieșirea gazului, astfel încât acesta să circule în permanență.

Pentru sudarea la poziție valoarea curentului de sudare se reduce cu 10÷15%.

La curent prea mare, electrodul de wolfram se supraîncălzește și se vor desprinde din el picături fine care impurifică sudura. Un curent exagerat de mare realizează cusături plate, cu suprafața aspră și uneori cu fisuri.

La curent prea mic, arcul va „rătăci” pe suprafața terminală a electrodului și stabilitatea se va diminua. Un curent prea mic produce o cusătură îngustă și vălurită.

- **viteza de sudare** - se stabilește urmărind formarea băii de sudură.

- **debitul de gaz** - se alege în funcție de diametrul electrodului de wolfram și a diametrului sârmei.

7.6. INSTALAȚII DE SUDARE WIG

După felul curentului de sudare, instalațiile de sudare WIG sunt realizate în următoarele variante:

- instalații de sudare în curent continuu;
- instalații de sudare în curent alternativ;
- instalații de sudare universale, care permit sudarea atât în curent continuu cât și în curent alternativ.

În funcție de putere, acestea pot fi prevăzute sau nu cu instalații de răcire cu apă în circuit închis a pistolului.

Instalația se compune din următoarele părți principale:

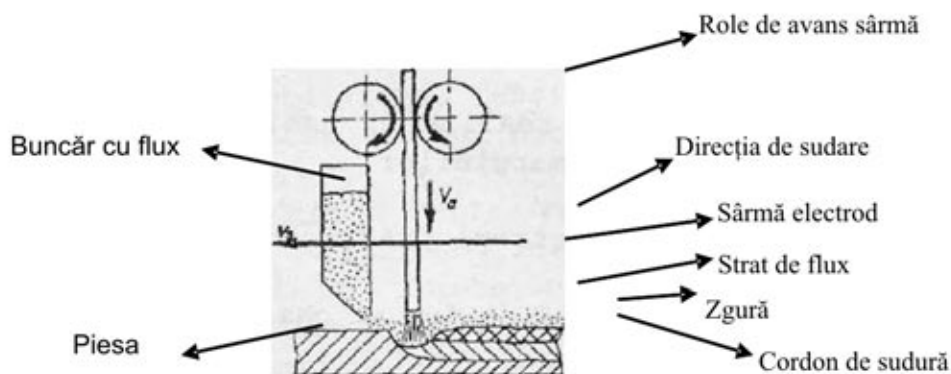
- sursa de curent
- pistolul de sudare cu pachetul de cabluri și furtunuri de legătură
- regulatorul de presiune cu debitmetru pentru butelii de Ar sau pentru rețea.

Capitolul 8

TEHNOLOGIA SUDĂRII SUB STRAT DE FLUX

8.1. PRINCIPIUL PROCEDEULUI

La sudare sub strat de flux, arcul electric se formează între materialul de baza și cel de adaos, sub forma de sârmă electrod, sub un strat de flux granular. După solidificarea și răcirea metalului topit se obține cusătura.



Schema procedurii de sudare sub flux

Antrenarea sârmei electrod în zona de topire se face cu ajutorul unor role acționate de un motor electric. Fluxul se dispune într-un buncăr în apropierea sârmei electrod pe direcția de sudare. Procesul de sudare se poate realiza:

- semiautomat - sârma se deplasează mecanic cu o viteză impusă de role de antrenare iar deplasarea de-a lungul rostului se face manual de către sudor;

Procedeul de sudare semiautomat se utilizează pentru cusături scurte, contururi curbe și spații inaccesibile pentru tractoarele de sudură.

- automat - mișcarea sârmei și deplasarea de-a lungul rostului se realizează mecanic.

Sudarea automată se folosește pentru cusături lungi, drepte sau circulare. Pentru realizarea cusăturilor circulare la corpurile tubulare, acestea execută o mișcare de rotație, în timp ce corpul de sudare are o poziție fixă.

8.2. AVANTAJE

Procesul de sudare sub flux oferă o serie de avantaje:

- fluxul realizează o bună protecție față de acțiunea gazelor din mediul înconjurător și favorizează formarea unei cusături compacte și aspectuoase;

- se poate lucra cu densități mari de curent, ceea ce permite obținerea unei bune pătrunderi;
- viteza de topire mare, pierderi mici de căldură, productivitate mărită;
- cordonul de sudură are un aspect estetic și caracteristici de rezistență bune;
- posibilitatea realizării unei game largi de îmbinări fără prelucrarea marginilor.
- pierderi prin stropi practic neglijabile (1. . . 3%) ;
- cantitate redusă de fum și gaze degajate în procesul de sudare.

8.3. MATERIALE UTILIZATE LA SUDARE

8.3.1. Sârme pentru sudare

Pentru sudarea sub flux se utilizează sârme cu diametre între 2. . . 4 mm. Sârmele se confecționează din oțel cu conținut redus de carbon, iar suprafața se cuprează.

Sârmele trebuie să fie drepte, să nu prezinte defecte superficiale și incluziuni (tunder, rugina, ulei etc.) care influențează negativ proprietățile de sudare sau funcționarea a utilajelor de sudare.

Transportul sârmei pentru sudare se va face în condiții care nu permit deteriorarea ambalajului sau desfacerea lui (pentru a evita deteriorarea sârmei).

Nu se admite protejarea sârmei contra ruginii prin ungere cu ulei sau alte substanțe organice.

Nu se vor folosi sârme la care nu se cunoaște calitatea (marca) acestora.

8.3.2. Fluxuri pentru sudare

După modul de elaborare, fluxurile se clasifică în fluxuri topite și fluxuri aglomerate.

Pentru sudarea oțelurilor carbon se utilizează în special fluxuri topite. Acestea trebuie să fie curate (fără impurități) și uscate.

În punctele de păstrare și distribuire de la secții și ateliere, fluxurile se vor păstra în buncăre metalice speciale, acoperite cu capace pentru a evita pătrunderea impurităților.

8.3.3. Alegerea cuplului sârmă-flux

La alegerea fluxului și a sârmei, se va avea în vedere:

- compoziția oțelului care se sudează;
- proprietățile fizico-mecanice pe care trebuie să le îndeplinească îmbinarea;
- temperatura la care este exploatată îmbinarea;
- eventualitatea unor tratamente termice la care ar urma să fie supusă îmbinarea.

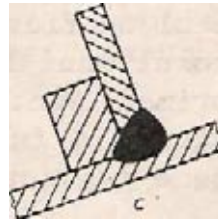
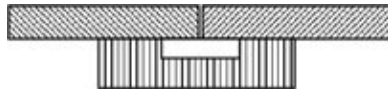
Exemplu de cuplu sârmă-flux pentru sudarea oțelurilor navale:

- Sârmă AS 35 + flux AS 461, produse de Fro – Italia.

8.4. MODURI DE SPRIJINIRE A BĂII DE METAL TOPIT

Susținerea băii de metal topit are drept scop oprirea scurgerii metalului topit realizând o rădăcina corectă. Pentru susținerea băii se folosesc mai multe metode:

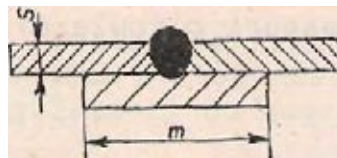
- Sprijinirea pe suport nefuzibil



Se folosește în mod curent un suport (garnitura) de cupru. Se pot suda table subțiri fără prelucrarea restului sau table groase cu prelucrare, precum și îmbinări de colț.

- Sprijinirea pe suport fuzibil

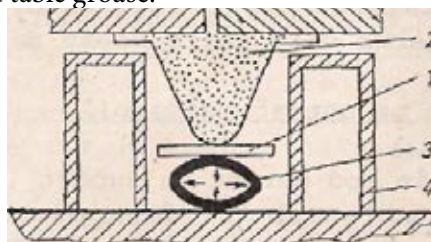
Se folosesc platbande din oțel cu aceeași compoziție chimică sau în general din oțel cu sudabilitate bună.



Garnitura (suportul) se topește parțial și rămâne înglobată în îmbinare.

- Sprijinirea sudurii pe pernă de flux

Procedul constă în susținerea băii de metal topit cu un strat de flux de 20...30 mm grosime pentru table subțiri și până la 100 mm pentru table groase.



Stratul de flux este presat în zona rădăcinii îmbinării cu ajutorul unui furtun 3 din pânză rezistentă, umflat cu aer comprimat. Pentru a coborî repede perna de flux prin golirea aerului din furtun, la terminarea operației de sudare se dispune o platbandă metalică 1 deasupra acestuia.

Fluxul este dispus într-un jgheab din pânză rezistentă 2 prins pe suporturile laterale 4. Dacă presiunea aerului este insuficientă, fluxul nu apasă suficient asupra tablei, metalul topit se scurge obținându-se o rădăcină bombată. La o presiune prea mare, fluxul intră în rost, iar rădăcina se obține cu o concavitate în interior.

În timpul sudării, deformările pot ridica tablele de pe perna de flux. Acest neajuns se elimină prin dispunerea unor greutatea pe suprafața tablelor, dar mai eficientă este folosirea standurilor electromagnetice.

- **Sudarea manuală ca suport**

Se execută rândul de rădăcină manual cu un electrod de compoziție identică cu a sârmei. Cusătura se realizează apoi automat sub flux. Rândul de rădăcină se crăițuiește și se resudează automat. Procedul este folosit la suduri de montaj, unde este mai avantajos.

8.5. ECHIPAMENTE PENTRU SUDARE SUB STRAT DE FLUX

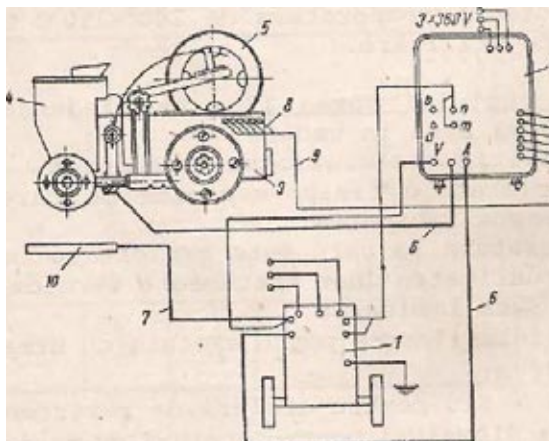
Pentru sudarea automată sub strat de flux, este necesară o instalație care cuprinde următoarele componente:

- sursa de curent;
- capul de sudare, cu sistemul de derulare și înaintare a sârmei electrod;
- pupitrul de comandă și control;
- rezervorul pentru flux;
- cabluri de sudare, casete pentru sârme, capete de sudare pentru diferite diametre de sârmă.

Pentru sudarea semiautomată, lipsește căruciorul de transport, iar capul de sudare este manevrat manual.

Sursele de sudare mai folosite sunt redresoarele.

Echipamentul folosit pentru sudarea automată sub strat de flux poartă denumirea de tractor pentru sudare. Schema de legături electrice ale acestuia este prezentată în figura:



1. Redresor de sudare
2. Pupitr de comanda
3. Cărucior de sudare
4. Buncăr pentru flux
5. Rola cu sârma electrod de sudare
6. Cablu de sudare
7. Cablu de masă
8. Conductor electric pentru comandă
9. Conductor electric flexibil pentru comandă și alimentare cărucior
10. Componente de sudat

CAPITOLUL 9

TEHNOLOGIA SUDĂRII OȚELURILOR INOXIDABILE

9.1. CLASIFICAREA OȚELURILOR INOXIDABILE

Cele mai uzuale sunt:

- oțeluri cu crom (ferritice) – 12-23% Cr
- oțeluri Cr-Ni (austenitice) – 12-25% Cr și 2-25% Ni

Din punctul de vedere al comportării în instalațiile tehnologice, aceste oțeluri, atunci când devin rezistente la acțiunea de corodare, li se conferă denumirea de anticorozive, iar când rezistă la temperaturi înalte li se spun termorezistente sau refractare.

Oțelurile austenitice au proprietăți fizice deosebite de ale oțelului carbon, ceea ce trebuie avut în vedere la stabilirea tehnologiei de sudare.

Aceste oțeluri au coeficientul de dilatare liniară cu 40-50% mai mare și conductivitatea termică de circa 2, 5 ori mai mică decât a oțelurilor carbon. Din acest motiv la sudarea acestor oțeluri apar următoarele probleme:

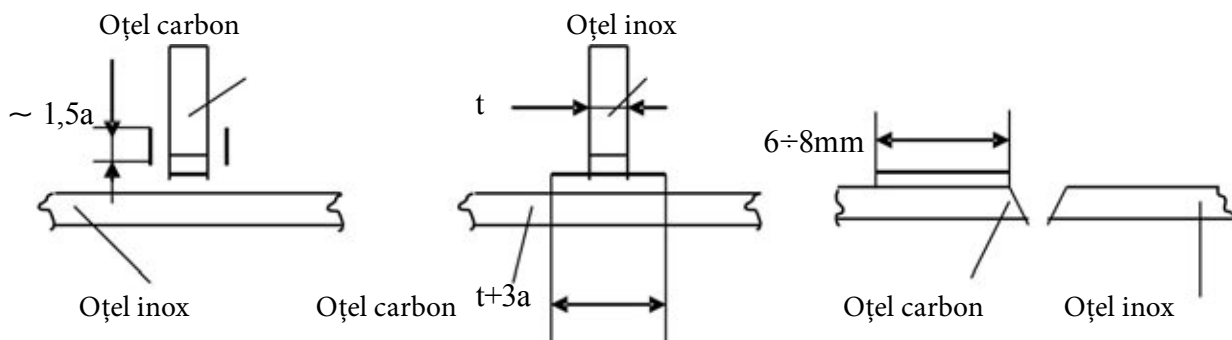
- tendință mare de deformare a construcției sudate;
- concentrarea căldurii pe o zonă limitată, ceea ce determină o pătrundere mai adâncă a sudurii în metalul de bază;
- topirea mai rapidă a metalului de bază.

9.2. DEPOZITAREA MATERIALELOR

Materialele din oțel inoxidabil vor fi depozitate în încăperi sau alte spații protejate împotriva umezelii, prafului, sărurilor, particulelor de fier sau a altor impurități, separat față de oțelurile carbon. Ele vor fi protejate împotriva zgârieturilor provocate de contactul cu uneltele din oțel carbon, așchiile de la paturile sau platformele de sudare din oțel carbon. Vor fi folosite pardoseli din lemn.

9.3. PREGĂTIREA PENTRU SUDARE

Debitarea și prelucrarea se poate face prin procedee mecanice (foarfecă, polizor cu disc abraziv, mașini unelte, mașini de șanfronat țevi) sau cu plasmă. Marginile debitate nu trebuie să prezinte: rizuri, denivelări, bavuri etc. În cazul în care aceste neregularități depășesc limitele înscrise în documentația de execuție, atunci, acestea se vor poliza până la încadrarea în limitele de acceptabilitate specificate. Marginile pieselor cât și zonele alăturate (~ 20 mm) trebuie să fie curate, lipsite de oxizi, grăsimi, vopsea, umezeală sau alte impurități. Pentru curățarea pieselor din oțel inoxidabil se vor folosi perii cu sârmă din oțel inoxidabil sau perii de plastic, materiale textile, sau soluții degresante. În cazul sudării unui oțel inoxidabil cu un oțel carbon, grundul pasivant de pe oțelul carbon va fi îndepărtat ca în figurile de mai jos :



a = calibrul sudurii

În cazul unor cerințe deosebite de rezistență la coroziune și aspect piesele din oțel inoxidabil se vor proteja împotriva stropilor de metal topit cu o peliculă de praf de cretă cu apă, pe o lățime de min. 200 mm de o parte și de alta a îmbinării. În momentul începerii procesului de sudare emulsia aplicată trebuie să fie deja uscată.

Asamblarea se face prin puncte de prindere. Sudurile de prindere se vor executa cu același material de adaos, regim și procedeu de sudare ca la sudarea primului strat.

Având în vedere faptul că sudurile de prindere se includ în cordonul de sudură, acestea trebuie să fie executate cu mare atenție și fără defecte – pori, cratere, fisuri, creștături. Eventualele defecte trebuie eliminate înainte de sudarea propriu-zisă prin polizare și resudare.

Prinderea în puncte de sudură se face mai întâi la capete și apoi spre mijlocul intervalului.

Lungimea punctelor de sudură va fi de 3 ori grosimea piesei mai subțiri, dar nu mai mare de 30 mm (în cazul tablelor) / 15mm (în cazul țevilor).

Distanța dintre punctele de prindere trebuie să fie mai mică decât la oțelul carbon (maximum 150 –200 mm).

9.4. SCULE

Ciocane și perii de sârmă din oțel inoxidabil pentru îndepărtarea zgurii;

Discurile abrazive utilizate pentru operațiile de debitare, polizare, șlefuire, sunt speciale pentru oțel inox

9.5. MATERIALE DE ADAOS FOLOSITE LA SUDARE

9.5.1. Pentru sudarea oțelurilor austenitice (inox+inox) se folosesc electrozi, sârme, vergele cu compoziție chimică asemănătoare cu cea a materialului de bază:

- exemplu: tip E 316L (cel mai uzual); tip E 304; E 347

9.5.2. Pentru sudarea unui oțel austenitic cu un oțel carbon (inox+oțel naval) se folosesc electrozi, sârme, vergele înalt aliate

9.6. SUDAREA

Sudarea se execută după asamblare sau montaj, la un interval de timp cât mai scurt, pentru a evita pătrunderea în îmbinare a impurităților care pot duce la apariția unor defecte.

Amorsarea arcului indiferent de procedeul de sudare folosit, se face într-un punct ce urmează să fie acoperit cu sudură.

Amorsările accidentale se vor remedia prin polizare cu discuri abrazive destinate pentru inox.

Măsuri tehnologice pentru sudarea oțelurilor austenitice:

- sârme sau electrozi cu diametrul mic;
- curenți de valoare scăzută;
- viteze mari de sudare;
- rânduri de sudură filiforme, fără pendulari transversale;
- în cazul sudării din mai multe treceri, fiecare rând de sudură se va depune numai după răcirea îmbinării la 100°C;
- pentru o protecție mai bună a băii de sudură, arcul electric se va menține cât mai scurt posibil;
- în cazul sudării pe ambele părți, înainte de sudarea pe a doua parte se curăță rădăcina prin polizare sau prelucrări mecanice. Nu este recomandată crăițuirea arc-aer

9.6.1. Sudarea manuală cu electrozi înveliți

Electrozii se aleg în funcție de tipul materialului de bază :

a.) pentru sudarea oțelurilor inoxidabile de același tip, se vor folosi electrozi de același tip cu materialul de bază;

b.) pentru sudarea oțelurilor inoxidabile de tip diferit, se vor folosi electrozi de tipul materialului de bază mai aliat;

c.) pentru sudarea oțelurilor inoxidabile cu oțeluri carbon, se vor folosi electrozi de tip E 309.

Pentru punctele a.) și b.), cei mai uzuali sunt electrozii E 316L.

Se va suda în curent continuu–polaritate inversă DC + (polul plus la electrod).

Diametrul electrodului se alege astfel :

- $\varnothing$ 2 / 2, 5 mm pentru primele treceri la îmbinările cap la cap și colț cu prelucrare; respectiv pentru îmbinările de colț fără prelucrare cu calibru mai mic de 3 mm;
- $\varnothing$ 3, 25 mm pentru umplere canal la îmbinările cap la cap și colț cu prelucrare; respectiv pentru îmbinările de colț fără prelucrare cu calibru mai mare de 3 mm.

Parametrii de sudare prezentați în continuare sunt orientativi, de aceea se va ține cont și de valorile recomandate de producător de pe pachetele de electrozi.

Diametrul electrodului [mm]	Curentul de sudare [A]
2	35-50
2, 5	50-80
3, 25	80-120

9.6.2. Sudarea WIG

Pentru sudarea oțelurilor inoxidabile se vor folosi materialele de adaos sub formă de vergele. Alegerea lor se va face pe aceleași criterii ca la sudarea electrică manuală

Gazul de protecție este ARGON tip I1- conform EN 439 - cu puritate min. 99, 996%.

Se va suda în curent continuu, polaritate directă DC⁻ (electrodul de wolfram la polul negativ)

Electrozii de wolfram utilizați mai des sunt din wolfram thoriat (2% thoriu), diametrul de 1, 6 mm sau 2, 4 mm. Valorile curenților la care aceștia sunt folosiți se găsesc în tabelul de mai jos.

Tabelul 5

Diametrul electrodului [mm]	Valoarea curentului [A]	Diametrul vergelei [mm]
1, 6	40 – 100	1, 6
2, 4	100 - 160	2 – 2, 4

La sudarea țevelor se folosește obligatoriu pernă de argon pentru protecția rădăcinii. Tehnica sudării este aceeași ca la sudarea oțelurilor carbon (este prezentată în cursul de sudare WIG)

9.6.3. Sudarea MIG/MAG

Pentru sudarea oțelurilor inoxidabile se vor folosi sârme cu diametrul de 1-1,2 mm.

Alegerea materialului de adaos se va face pe aceleași criterii ca la sudarea electrică manuală.

Gazul de protecție:

- pentru sudarea MIG se utilizează sârmă plină + gaz argon
- pentru sudarea MAG se utilizează sârmă tubulară + gaz amestec Corgon (80% Ar + 20% CO₂).

Se va suda în curent continuu, polaritate inversă DC⁺ (sârma electrod la polul pozitiv).

Tehnica sudării este aceeași ca la sudarea oțelurilor carbon (este prezentată în cursul de sudare MAG)

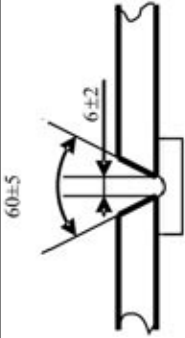
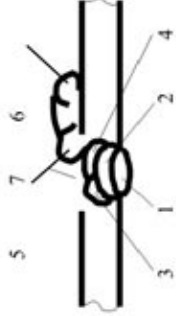
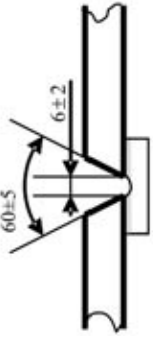
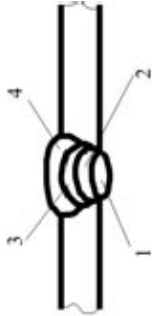
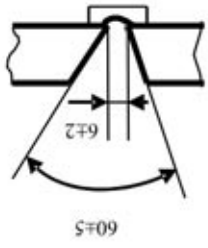
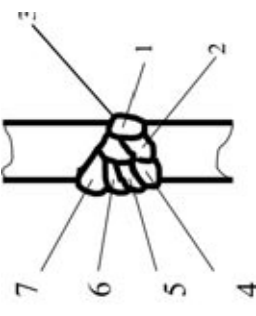
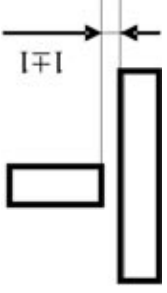
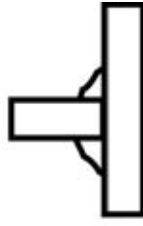
Parametrii de sudare, orientativi, pentru sârmă tubulară și gaz amestec sunt prezentați în Anexa 1:

Toate sudurile implică un grad de oxidare a zonelor adiacente cordonului de sudare. Atunci când în documentația de execuție sunt specificate cerințe speciale de curățare a oxizilor rămași după sudare, aceștia pot fi îndepărtați prin : decapare, periere sau șlefuire.

Decaparea este considerată a fi cea mai bună metodă de curățare – din punct de vedere al rezistenței la coroziune – și trebuie aleasă ori de câte ori este posibilă. Înainte de decapare, cusăturile sudate trebuie curățate complet de zgură. Aceasta se face prin periere cu o perie de oțel inoxidabil.

Anexa 1

PARAMETRII PENTRU SUDAREA MAG SEMIAUTOMAT CU SÂRMĂ TUBULARĂ INOX 316L sau 309L Ø 1, 2mm ȘI AMESTEC DE GAZE

TIP ÎMBINARE	FORMĂ CUSĂTURĂ	POZIȚIA DE SUDARE	RÂND / STRAT	V _c (m/min)	U _a (V)	I _s (A)	DEBIT GAZ (l/min)
		Orizontal	Rădăcină	6 - 8	25 - 28	150 - 190	18 - 20
			Umplere și față	7 - 8	26 - 28	170 - 190	18 - 20
		Vertical	Rădăcină	6 - 7	22 - 24	140 - 170	18 - 20
			Umplere și față	6 - 7	22 - 24	140 - 170	18 - 20
		Lateral	Rădăcină	6 - 7	22 - 24	140 - 170	18 - 20
			Umplere și față	7 - 8	25 - 27	170 - 190	18 - 20
		ORIZONTAL	1;2....	7 - 8	26 - 28	170 - 190	18 - 20
		VERTICAL	1;2....	6 - 7	23 - 25	150 - 180	18 - 20
		PESTE CAP	1;2....	7 - 8	26 - 28	170 - 190	18 - 20

CAPITOLUL 10

TENSIUNI ȘI DEFORMAȚII PRIN SUDARE

10.1. MECANISMUL PRODUCERII

Metalele și aliajele se dilată la încălzire iar la răcire se produce fenomenul invers de contracție. În cazul sudării dilatarea pieselor la încălzire are loc neuniform și scade cu cât distanța de la linia cusăturii este mai mare.

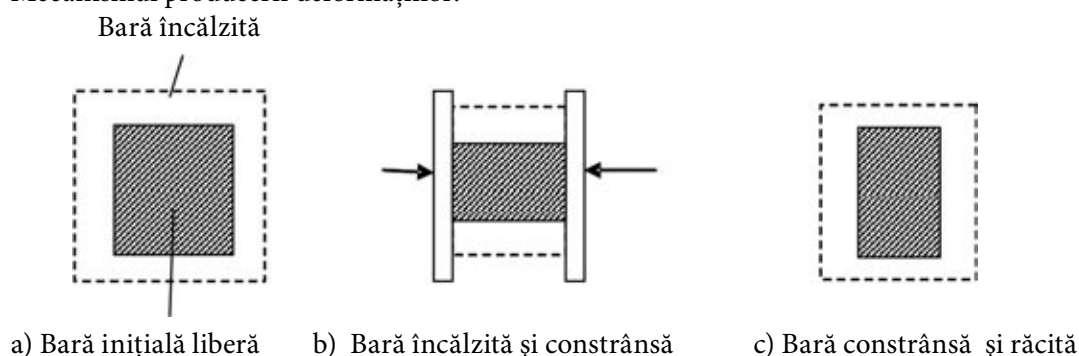
La răcirea cusăturii contracția este mai mare în zona metalului depus. Datorită faptului că dilatările și contracțiile metalului nu au loc în mod uniform rezultă tensiuni interne care de la o anumită valoare dau naștere deformații.

Tensiunile interne – sunt eforturile care iau naștere în piesele sudate datorită contracției.

Distribuția și mărimea tensiunilor interne sunt influențate de factori constructivi și tehnologici cum ar fi:

- rigiditatea pieselor
- calitatea metalului de bază
- grosimea pieselor de sudat
- procedeul de sudare aplicat
- tipul de îmbinare
- regimul de sudare

Mecanismul producerii deformațiilor:



Dacă bara este încălzită uniform, ea se dilată în toate direcțiile și la răcire se contractă uniform, recăpătându-și dimensiunile inițiale(a). Dacă bara este însă constrânsă de două bacuri (b), ea nu se poate dilata lateral. Dilatarea volumică trebuie însă să se producă, ca atare bara se va dilata mai mult pe direcția grosimii. La răcire bara se contractă uniform în toate direcțiile (c), ajungând în final, la o lățime mai mică și grosime mai mare decât dimensiunile inițiale.

10.2. MĂSURI PENTRU PREVENIREA ȘI REDUCEREA DEFORMAȚIILOR

- încălzirea cât mai redusă a materialului prin utilizarea unor procedee de sudare cu încălzire concentrată, sudarea cu viteză mare, realizarea unor suduri cu calibre cât mai mici (conform tabel suduri / proiect).

- sudarea intermitentă (în hafturi) – dacă este prevăzută în documentația de execuție
- preîncălzirea pieselor înainte de sudare micșorează diferenței de temperatură dintre piesa și sudură, ceea ce duce la reducerea deformațiilor
- poziționarea corespunzătoare a pieselor, pentru ca prin deformare ele să fie aduse în poziția dorită



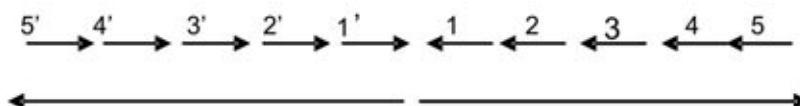
- la sudarea de colț a tablelor cu grosimea mai mică de 7 mm se va lăsa un luft de 1 mm.
- alegerea unei ordini de sudare corespunzătoare
- cordonanele de sudură cu lungimea mai mică de 400 mm se sudează de la un capăt la celălalt



- cordonanele de sudură cu lungimea între 400 - 1200 mm se sudează de la mijlocul sudurii spre capete

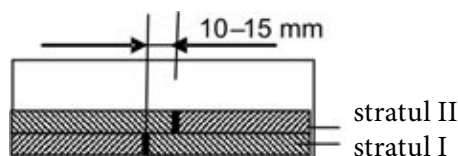


- cordonanele de sudură cu lungimea mai mare de 1200 mm se sudează în trepte inverse și de la mijloc spre capete

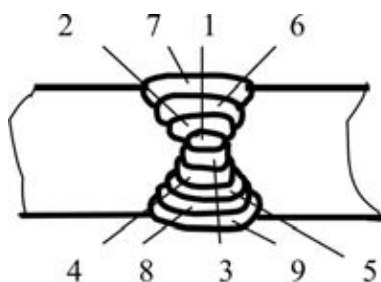


La sudarea cu electrod lungimea unei trepte este aproximativ egală cu lungimea cordonului depus cu un electrod, iar la MAG lungimea unei trepte va fi de aproximativ 400 mm.

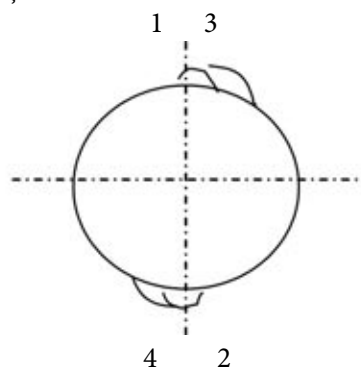
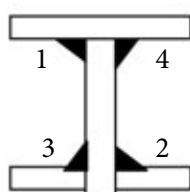
- la sudarea în mai multe straturi, straturile succesive se sudează în sensuri inverse, astfel încât sfârșitul cusăturilor să nu se suprapună



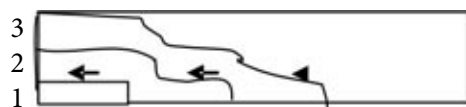
- la sudarea din ambele părți, rândurile trebuie amplasate alternativ pe cele 2 părți, astfel încât tensiunile și ca atare deformările să se echilibreze cât mai mult



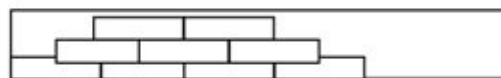
- pentru piesele simetrice față de axa de simetrie, sudurile trebuie să se dispună alternativ de o parte și de alta a axei de simetrie în vederea echilibrării deformărilor.



- asigurarea unei libertăți cât mai mari de mișcare a elementelor ce formează ansamblul
- sudarea în primul rând a îmbinărilor care produc deformații mari (suduri cap la cap) și apoi a celor care produc deformații mai mici (sudurile de colț)
- se va evita pe cât posibil concentrarea mai multor cordoane de sudură într-un singur punct
- sudarea pieselor foarte groase se realizează în cascadă sau în cocoașă

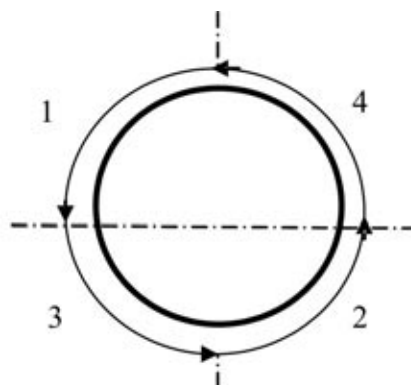
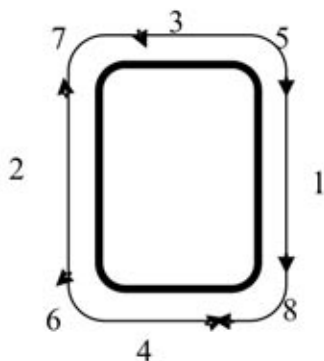


cascadă



cocoașă

- sudarea unei secții se face cu 2, 4 sau mai mulți sudori dispuși simetric, de la mijlocul secției spre extremități
- sudarea unui contur închis se face ca în figura de mai jos



10.3. SCHEME DE SUDARE PENTRU PREVENIREA DEFORMAȚIILOR GENERALE

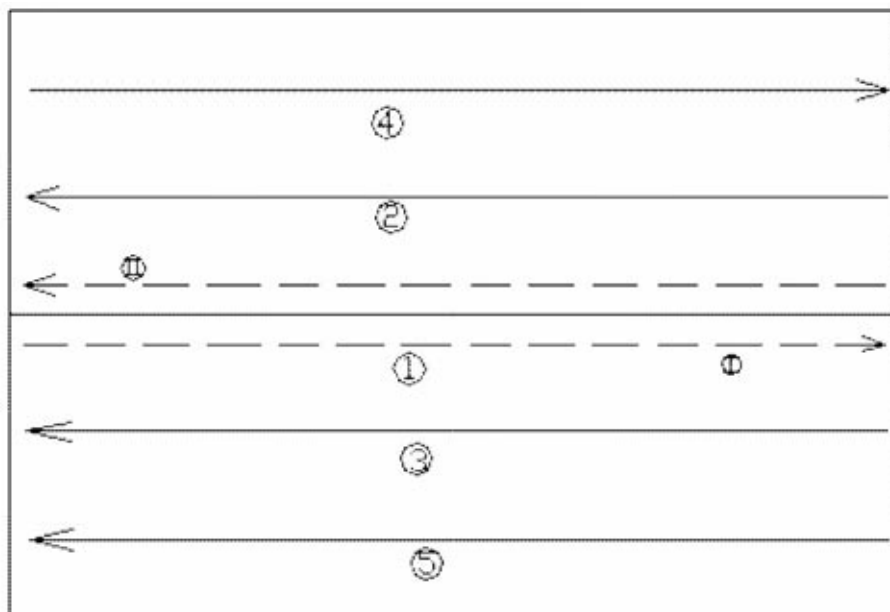
Sudarea tablelor de panouri, vezi cap 12.4 fig. c și d

Sudarea osaturii simple respecta aceleași principii ca pentru sudarea tablelor cap la cap și anume:

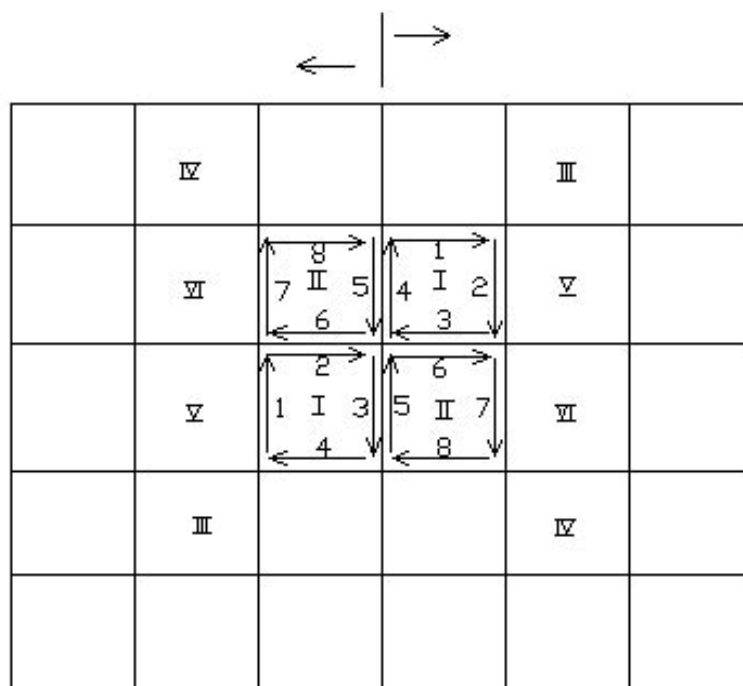
- sudarea osaturii de la mijlocul panoului spre extremități (vezi fig. a)
- sudarea osaturii următoare se face în sens contrar celei anterioare (vezi fig. a)
- pentru sudarea bilaterală a elementelor simple, cordonul de pe fața 2 se face în sens invers fig. a (I, II)

fig. a

Sudarea osaturii
transversal se face
Sunt câteva
- sudarea c



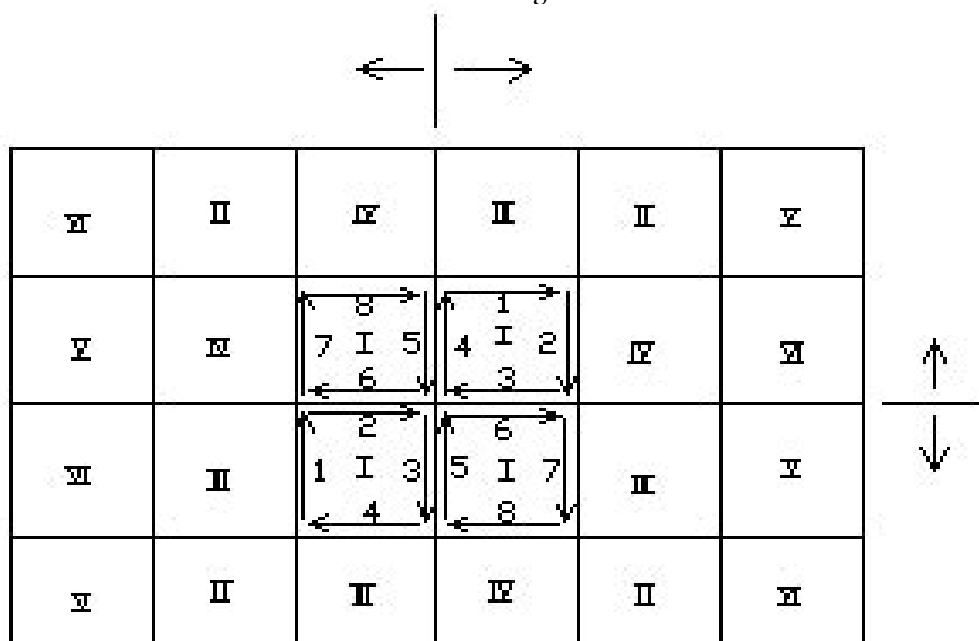
longitudinal și
sudate.



Obs: 1. numerele romane indică ordinea de sudare a celulelor
2. numerele arabe indică ordinea de sudare în cadrul celulei

-sudarea cu 4 sudori – varianta I (vezi fig. c)

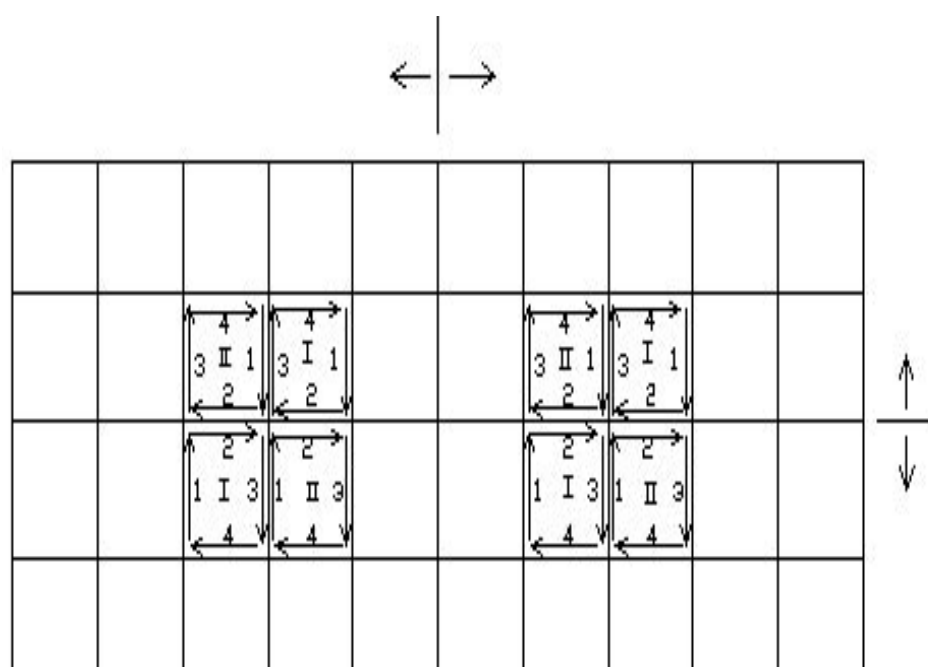
fig. c



Obs: 1. numerele romane indică ordinea de sudare a celulelor (I ÷ VI)
2. numerele arabe indică ordinea de sudarea în cadrul unei celule

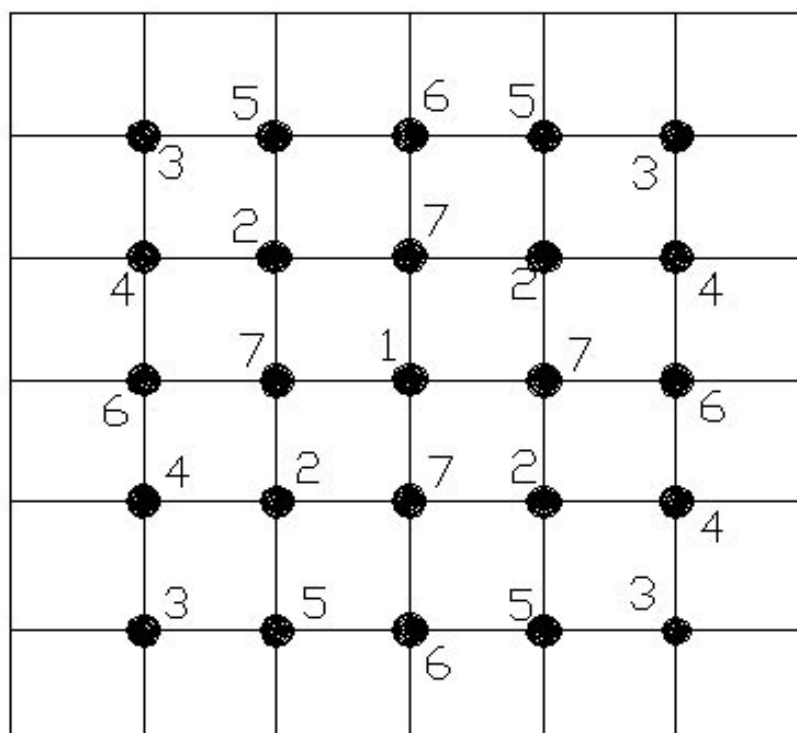
-sudarea cu 4 sudori – varianta II (vezi fig. d)

fig. d

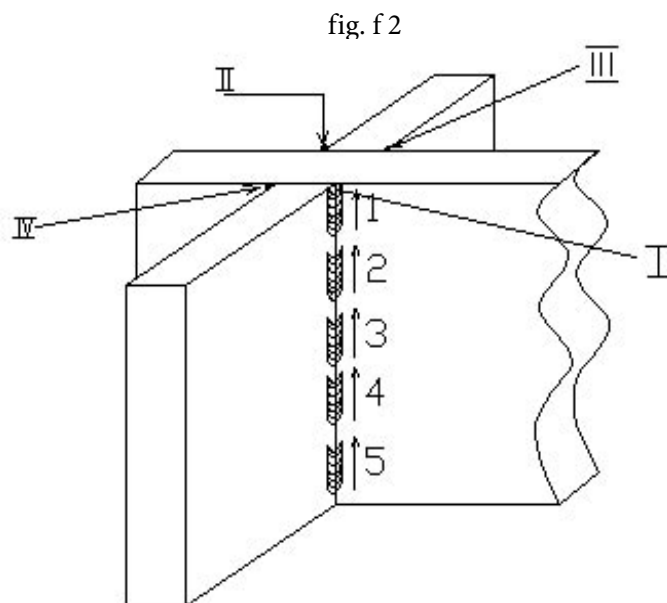
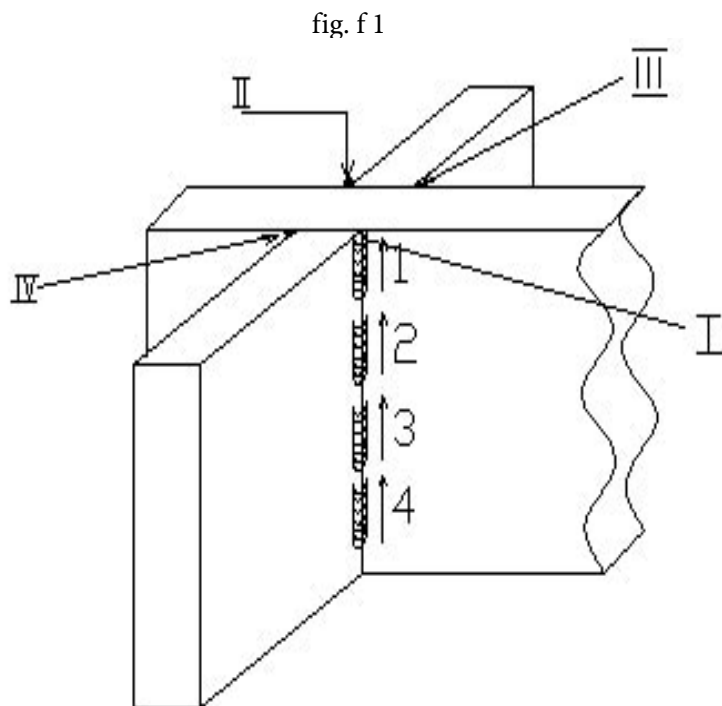


Obs: varianta din fig. d preîntâmpină mai bine apariția deformațiilor generale decât varianta din fig. c.
Sudarea osaturii întărite (varange, suportți) între ele se face după sudarea osaturii de înveliș.
Ordinea de sudare a sudurilor decalate este cea indicată în fig. e.

Fig. e



Ordinea de sudare în cadrul unei intersecții de osatură întărită se face ca în fig f 1,f 2



Obs 1. un cordon vertical se execută în trepte inverse cu sensul general de sudură de sus în jos
2. cifrele romane indică ordinea de sudare a unui nod

10.4. MĂSURI PENTRU ÎNLĂTURAREA DEFORMAȚIILOR

- îndreptarea la cald – se aplică pieselor de oțel cu conținut scăzut de carbon. Încălzirea se face cu flacără oxiacetilenică până la max. 700–800 °C, constând în realizarea unor încălziri ușoare astfel încât să se asigure o deformare a pieselor egală și de sens contrar cu cea apărută la sudare
- tratamentul termic al piesei după sudare – urmărește eliminarea tensiunilor interne (dezavantaj – se face numai în cuptoare speciale și dimensiunile pieselor supuse acestor tratamente sunt limitate)
- ciocănirea ușoară a cusăturii și a zonelor învecinate cu un ciocan cu fețe rotunjite

Capitolul 11

DEFECTELE ÎMBINĂRILOR SUDATE

Prin **DEFECT** se înțelege orice abatere de la prescripțiile de calitate ale documentației de execuție a unui produs, cu referire la continuitate, formă, dimensiuni, aspect, structură.

Defectele îmbinărilor sudate prin topire pot fi:

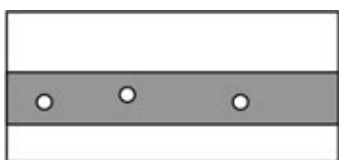
- defecte interne;
- defecte de formă și suprafață.

11.1. DEFECTE INTERNE

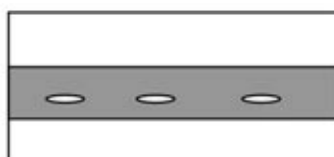
Golurile (pori și sufluri) – reprezintă cavități umplute cu gaze în materialul depus.

– după formă pot fi:

- a) sferoidale
- b) tubulare



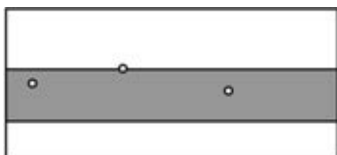
a)



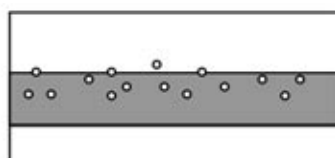
b)

– după modul de distribuție pot fi:

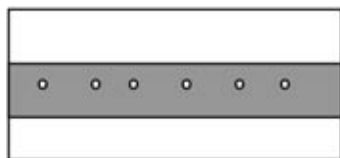
- a) izolate
- b) uniform repartizate
- c) aliniate
- d) grupate



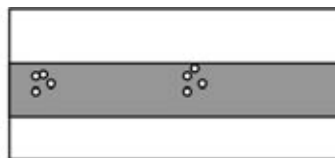
a)



b)



c)



d)

Cauze:

- umiditatea materialului de adaos;
- material de adaos ruginit;
- material de bază umed;
- curățare necorespunzătoare a muchilor rostului;
- sudare în condiții atmosferice necorespunzătoare;
- utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare (arc lung);
- debit de gaz protector: prea scăzut sau prea ridicat;
- unghiul de înclinare a pistolului față de piesă necorespunzător.

Remedieri:

- crăițuire sau polizare și resudare

- **Incluziunea solidă** – reprezintă un corp solid încorporat în masa de metal depus.

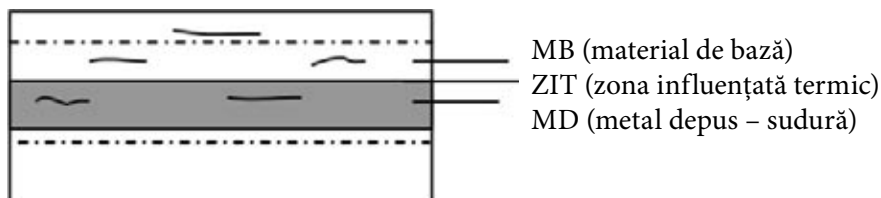
Cauze:

- forma rostului necorespunzătoare;
- adâncituri pe suprafața rostului, care pot colecta zgura;
- curățarea incorectă a zgurei între straturi;
- mânuirea incorectă a electrodului sau pistolului;
- temperatura prea scăzută a materialului de bază
- așezarea incorectă a rândurilor și straturilor

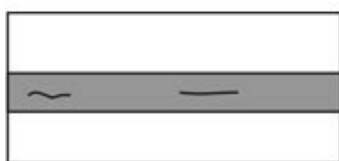
Remedieri:

- crăițuire / polizare și resudare

- **Fisura** – reprezintă discontinuitatea care se produce fie în timpul răcirii (fisură la cald), fie ulterior acesteia (fisură la rece). Ea poate să apară în sudură, ZIT, sau MB.

**Clasificarea fisurilor:**

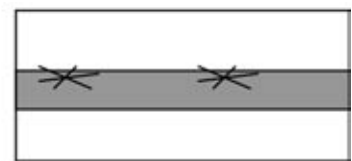
- a) fisură longitudinală – este fisura a cărei direcție principală este aproximativ paralela cu axa sudurii
- b) fisură transversală – este fisura a cărei direcție principală este aproximativ perpendiculară pe axa sudurii
- c) fisură stelată – reprezintă un grup de fisuri amorțate într-un singur punct, având ramuri drepte mai mult sau mai puțin egale
- d) fisură ramificată – reprezintă grupuri de fisuri legate între ele ce se prezintă în formă arborescentă
- e) fisură în rețea – grup de fisuri de forme și orientări variabile



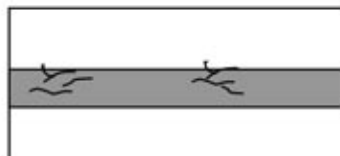
a)



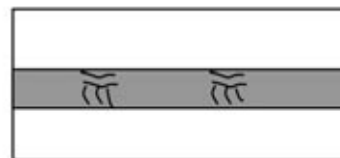
b)



c)



d)



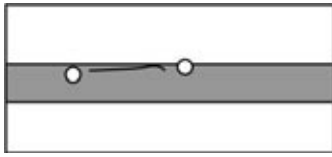
e)

Cauze:

- alegerea unui material de adaos necorespunzător respectivului material de bază;
- material de bază cu o comportare nesatisfăcătoare la sudare sau cu defecte de fabricație;
- sudarea la temperaturi scăzute fără preîncălzire;
- utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare: viteză mare de răcire, energie liniară mică;
- utilizarea unor dispozitive rigide care împiedică deformațiile.

Remedieri:

- limitarea fisurii prin găurire de o parte și de alta a acesteia;
- crăițuire sau polizare;
- resudare.



Lipsa de topire – reprezintă lipsa de legătură dintre metalul depus și metalul de bază, sau dintre straturile succesive ale metalului depus.

Poate fi:

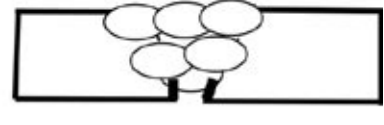
- laterală
- între straturi
- la rădăcină



a)



b)



c)

Lipsa de pătrundere (nepătrundere) – absența materialului de adaos dintr-o anumită zonă a cusăturii



Cauze (ale lipsei de topire sau de pătrundere):

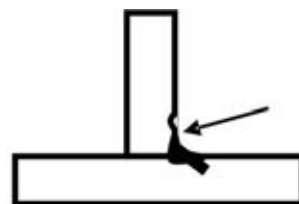
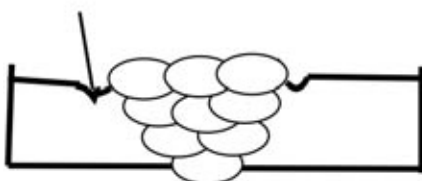
- forma rostului necorespunzătoare (deschiderea sau unghiul rostului mici)
- regim de sudare necorespunzător (intensitatea curentului prea mică, viteză de sudare prea mare);
- diametrul electrodului prea mare (la sudarea rădăcinii) ;
- așezarea incorectă a sârmei față de axa cusăturii (arcul atacă numai un flanc).
- așezarea incorectă a rândurilor și straturilor
- crăițuirea rădăcinii cusăturii pe o adâncime prea mică

Remedieri:

- crăițuire sau polizare și resudare

11.2. DEFECTE DE FORMĂ ȘI SUPRAFAȚĂ

• **Crestătura** – este o adâncitură dispusă longitudinal de-a lungul cusăturii sau între rânduri, fiind cauzată de topirea excesivă a marginii rostului. Crestătura poate fi continuă sau intermitentă, localizată mai ales la suprafață.



Cauze:

- utilizarea unor regimuri de sudare necorespunzătoare: curent sau tensiune prea mare, arc prea lung, viteză de sudare prea mare;
- depunerea unui număr insuficient de straturi;
- așezarea incorectă a rândurilor de sudură

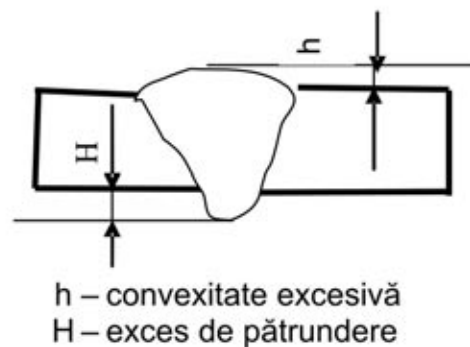
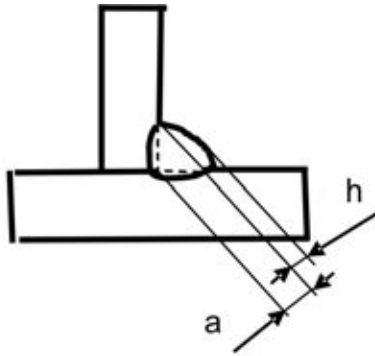
Remedieri:

- crăițuire sau polizare;
- resudare

- **Îngroșarea excesivă (supraînălțarea)** – reprezintă un exces de metal depus la ultima trecere.
- **Convexitate excesivă** – reprezintă un exces de metal depus la sudurile de colț.

Cauze:

- viteză de avans prea mică;
- intensitatea curentului de sudare prea mică
- mișcarea prea lentă a electrodului;
- depunerea unui număr prea mare de straturi.

**Remedieri:**

- șlefuire sau polizare;

- **Excesul de pătrundere** – constă într-un plus de metal la rădăcina îmbinării produs de scurgerea metalului prin rost.

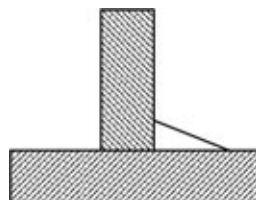
Cauze:

- curent de sudare excesiv;
- utilizarea unui electrod sau a unei sârme prea subțiri;
- viteză de avans insuficientă;
- rost cu lățime exagerată.

Remedieri:

- șlefuire sau polizare;

- **Inegalitatea catetelor** – constituie o abatere de la forma de triunghi isoscel a secțiunii sudurii

**Cauze:**

- poziția necorespunzătoare a pistolului sau electrodului
- accesul dificil la îmbinare
- temperatura prea ridicată a băii de sudură

- temperaturi (preîncălzire, tratamente termice) - ex. (120- 150)⁰C
- defecte ale sudurilor
- compoziția chimică (a oțelului sau a materialelor de adaos pentru sudare)
- caracteristici mecanice (ale oțelului sau ale îmbinării sudate)

12.2. ETAPE DE CONTROL

1. Înainte de sudare – se referă la:

- calitatea materialului de bază și de adaos;
- modul de pregătire a elementelor ce se sudează;
- starea tehnică a utilajului de sudare și a sculelor sudorului
- starea fizică și psihică a sudorului.

2. În timpul sudării – se referă la:

- respectarea parametrilor de sudare;
- poziția de sudare;
- ordinea de sudare prescrisă;
- condițiile prescrise de aerisire și protecția muncii;

3. După sudare – se referă la:

- verificarea îmbinării sudate pentru a stabili în ce măsură este în concordanță cu prescripțiile documentației de execuție

12.3. METODE DE CONTROL

După tipul metodelor aplicate, controlul îmbinărilor sudate poate fi:

- nedistructiv - vizual (cu ochiul liber sau cu lupa)
 - prin măsurători cu șublerul sau cu șabloane
 - radiații penetrante, ultrasunete, particule magnetice, lichide penetrante
- distructiv - încercări mecanice pe epruvete prelevate din îmbinarea sudată.

În funcție de felul defectelor și localizarea acestora, metodele de control recomandate pentru punerea în evidență a defectelor, se pot grupa astfel:

Grupare defecte	Felul defectelor	Metode de control
Defecte de pregătire și asamblare	Unghiul, deschiderea și rădăcina rostului necorespunzătoare. Denivelare margini Imperfecțiuni muchii	Vizual Măsurare cu șubler și șabloane
Abateri de la forma geometrică și dimensiunile cusăturii	Aspect neuniform Supraînălțare excesivă Lipsa de simetrie a catetelor (colț)	Vizual Măsurare cu șubler și șabloane
Defecte exterioare	Fisuri, pori, creștături, cratere, stropi, scurgeri de metal etc.	Vizual Lichide penetrante Pulberi magnetice Radiații penetrante Ultrasunete Măsurare cu șubler și șabloane
Defecte interioare	Goluri (sufluri, pori, retasuri) Lipsa de topire/ pătrundere Fisuri sau microfisuri	Radiații penetrante Ultrasunete Pulberi magnetice
Abateri de la compoziția chimică	-	Analiza chimică
Nerealizarea caracteristicilor mecanice și tehnologice	-	Încercări mecanice, tehnologice, măsurare durități etc.

Toleranțele / limitele de acceptabilitate ale imperfecțiunilor îmbinărilor sudate sunt specificate prin:

- Documentația de contractare (între beneficiar și producător)
- Manual de Asigurarea Calității SNDG / proiect de navă
- Documentația de execuție:- desene, standarde, instrucțiuni tehnologice, fișe de măsurători, norme de consum
- Reguli Societăți de clasificare

12.4. MANUALUL CALITĂȚII S.N.D.G. – EXTRASE PRIVIND SUDAREA

12.4.1. Pregătirea muchiilor

– Oriunde este posibil, tăierea cu gaz a muchiilor tablelor trebuie efectuată cu echipamente mecanizate. Muchiile care vor fi înglobate într-o îmbinare sudată trebuie să fie examinate pentru depistarea neregularităților care pot afecta realizarea sudurii după un standard acceptabil.

– Adâncimile imperfecțiunilor muchiilor tăiate cu gaz nu trebuie să depășească în general valorile indicate în tabelul de mai jos.

Atunci când aceste valori sunt depășite, suprafețele cu defecte vor fi prelucrate prin polizare.

Poziție	Reper	Adâncime standard	Adâncime limită
Muchie pentru sudare	Piese de rezistență	0,3 mm	0,5 mm
	Altele	0,5 mm	0,8 mm

– Toate neregularitățile din muchiile tablelor cum ar fi zimții sau „opririle și pornirile” datorate curgerii turbulente a gazului, vor fi prelucrate netede.

Notă: Vezi de asemenea Capitolul 12.4.9 și Anexa 1.

12.4.2. Sudarea

– Generalități

Inspectorul Cumpărătorului poate să verifice ca sudura și pregătirea pentru sudare să corespundă Tabelului de suduri, conform cu Planul de inspecție.

Șantierul se va ocupa de Procedurile de Sudură în conformitate cu cerințele de clasă.

– Măsuri de precauție care trebuie luate înainte de sudare

Muchiile pieselor trebuie pregătite așa cum s-a precizat și trebuie să fie curate, fără bavuri și zgură de la debitare, fără unsoare consistentă sau vopsea.

Îmbinarea nu trebuie să fie umedă.

Sudurile de prindere nu trebuie să fie prea groase iar poziția lor trebuie să fie în așa fel încât să poată fi efectiv retopite.

Înainte efectuării sudării, inspectorul trebuie să se asigure că toate sudurile de prindere sunt în bună stare. Sudurile de prindere necorespunzătoare și / sau întrerupte trebuie îndepărtate înainte de sudare.

– Cerințe privind sudarea

– Trebuie evitată schimbarea bruscă a grosimilor tablelor adiacente. Când diferența de grosime depășește 3 mm, tablele mai groase trebuie pregătite cu o formă ascuțită care nu depășește 1:3 sau o muchie teșită înclinată pentru a forma o îmbinare sudată proporționată corespunzător (numai atunci când nu este indicat clar în documentație).

– Când elementele de rigidizare sunt fixate prin suduri de colț și prin suduri cap la cap complet finisate în cruce sau cordoane de sudură, aceste suduri vor fi executate netede în dreptul suprafețelor de etanșare.

– Când se utilizează sudarea intermitentă, sudura va fi efectuată continuă în dreptul bracheților, urechilor și zimților și la îmbinările ortogonală cu alte elemente, în conformitate cu regulile Societății de Clasificare.

- Când elementele de osatură trec prin tablele marginale ale unui tanc sau prin pereții etanși, și scurgerea lichidului în spațiul vecin poate fi periculoasă sau nedorită, trebuie să se adopte sudarea cu pătrundere totală pentru elemente pe cel puțin 150 mm pe fiecare parte a acestei table marginale. În mod alternativ se poate tăia o mică zimțare de formă corespunzătoare în elementul din apropierea suprafeței de separație, în exteriorul compartimentului și sudată cu atenție de jur împrejur.

- Este bineînțeles interzis să se umple un spațiu liber între componentele îmbinate cu sârme de electrozi sau cu deșeuri de oțel, etc.

- Nu se admit pori / sufluri în sudurile continui din tancuri, spații umede, spații sanitare, în piesele din santină și pe exteriorul corpului navei.

- Toate tancurile, spațiile umede și toată structura exterioară trebuie sudată continuu.

- Calibrul sudurii trebuie verificat și niciodată nu trebuie să fie sub limita dată de lista/tabelul de sudare.

- O atenție specială trebuie să se acorde ca sudurile să nu fie mai încărcate decât s-a menționat, pentru a preveni deformările inutile.

- Trebuie menținut un standard ridicat al calității aspectului vizual al sudurilor.

Îmbinările cap la cap și cordoanele de sudură trebuie să fie linii drepte. În piesele fasonate ale corpului navei, cordoanele de sudură trebuie să fie linii netezite.

Abaterea de la liniile drepte / netezite trebuie să fie luată cu aproximație în limita de 5% din lățimea de sudare.

Sudura trebuie să aibă un aspect cu o structură regulată iar rugozitatea suprafeței nu trebuie să aibă o diferență mai mare de 11½ mm, măsurată de la punctele cele mai de sus la punctele cele mai de jos ale sudurii. Muchiile ascuțite de pe extremitățile adânciturilor, vârfurile ascuțite în adâncituri nu sunt permise.

- Zgura și stropii de sudură trebuie îndepărtați – conform cu precizările din Anexa 1.

- Depozitarea electrozilor

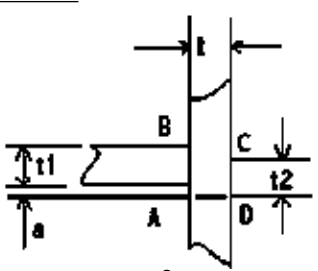
Pentru a se evita contaminarea, deteriorarea sau absorbția inoportună / excesivă a umidității, electrozii trebuie depozitați într-un loc curat și uscat. Diversele tipuri de electrozi necesită control diferit al conținutului de umezeală.

Pentru uscare, reuscare și controlul umezelii, urmați instrucțiunile care sunt menționate în documentația sau pe ambalajele electrozilor.

12.4.3. Asamblarea prin sudare

- Alinierea îmbinărilor cap la cap și în formă de cruce este indicată în tabelul 12.4.3.

Tabelul 12.4.3. Alinierea îmbinărilor

Îmbinare	Poziție	Standard	Limită	Remedierea
ÎMBINARE CAP LA CAP  t = grosimea tablei mai subțiri	Elemente de rezistență Altele		a = 0,15 t (max. 3 mm) a = 0,2 t	Când limita este depășită, se va reface alinierea îmbinării Când limita este depășită, se va reface alinierea îmbinării
ÎMBINARE ÎN FORMĂ DE CRUCE  $t_1 \geq t_2$	Elemente de rezistență altele		$a \leq t_2 / 3$ $a \leq t_2 / 3$ $a \leq t_2 / 2$	Când $t_2/3$ a $t_2/2$ se mărește calibrul A și C Când a $t_2/2$ se va reface alinierea îmbinării Când a $t_2/2$ se va reface alinierea îmbinării

- Tipuri de îmbinări sudate

- Ori de câte ori este posibil, configurația sudurilor va fi aranjată astfel încât toate porțiunile majore ale sudurii să fie depuse în poziție / sudare orizontală sau plană.

- Modelul și dimensiunile pregătirii muchiilor îmbinărilor cap la cap depind de grosimea tablelor, procesul de sudare, poziția și tehnica utilizată. Exemplele de configurație a îmbinării din tabelele următoare sunt destinate în scopuri de îndrumare.

- Limitele pentru geometria rostului și îmbinării pentru sudarea manuală și automată sunt date în următoarele tabele. Pentru procesele automate, pot fi necesare toleranțe mai apropiate în funcție de caracteristicile procesului de sudare, așa cum au fost stabilite prin verificările procedurii.

- Deschiderile rostului la rădăcină pentru îmbinările cap la cap și de colț trebuie să fie cuprinse în limitele precizate în tabele. Când aceste limite sunt depășite, este permisă încărcarea prin sudare a suprafețelor îmbinării.

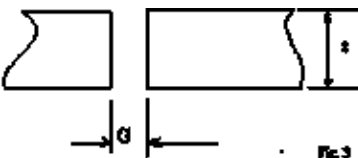
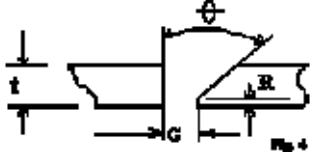
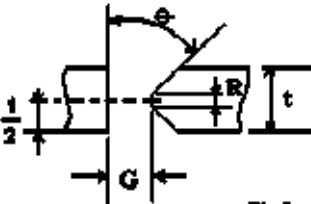
Cantitatea de sudură de umplere care urmează să fie aplicată trebuie limitată la grosimea tablelor care vor fi sudate cap la cap, până la un maxim de 25 mm. Muchiile încărcate astfel vor fi îndreptate / polizate așa cum s-a cerut înaintea reasamblării pentru sudare.

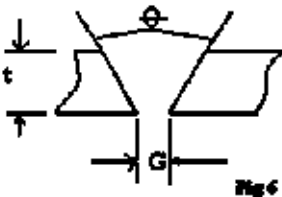
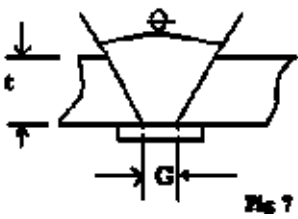
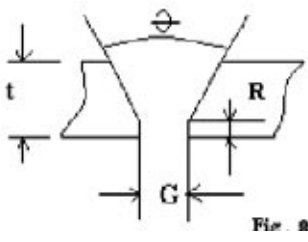
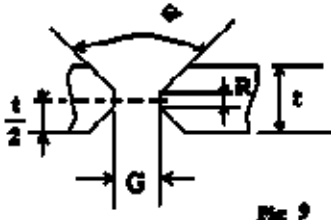
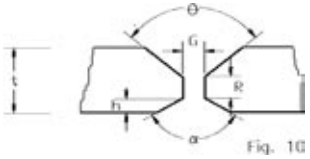
- Acolo unde deschiderile rosturilor la rădăcină depășesc limitele admisibile care pot fi încărcate prin sudare, elementele îmbinării trebuie parțial înlocuite. Criteriile de remediere trebuie convenite între Inspectorii Societății de Clasificare, Constructori și Cumpărător.

- Consumabilele pentru sudare utilizate pentru încărcarea prin sudură trebuie să fie aceleași ca și cele precizate pentru sudura principală. Dacă acest lucru nu este posibil, pot fi utilizate alte consumabile aprobate de Inspectorul Societății de Clasificare pentru materialele necesare.

- Acolo unde metalul de adaos prin sudare a fost depus pe suprafețele îmbinării pentru a reduce deschiderile rostului la rădăcină la dimensiunile acceptabile, se va efectua controlul nedistructiv al zonelor încărcate prin sudură înaintea sudării îmbinării.

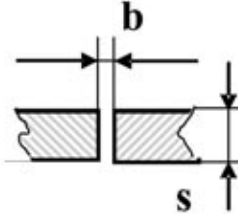
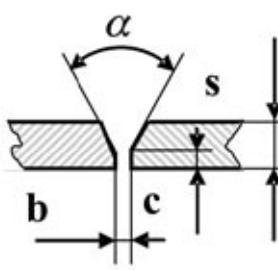
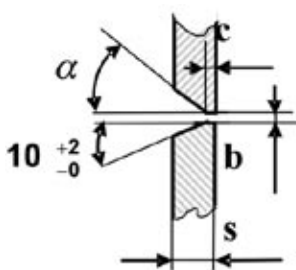
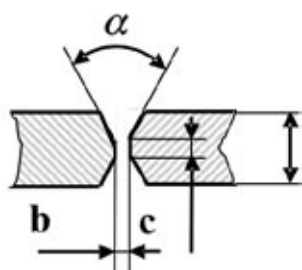
- Acolo unde sudarea va fi efectuată pe ambele părți ale unei îmbinări cap la cap, metalul necorespunzător de la rădăcină de pe partea cealaltă a sudurii trebuie îndepărtat până la metalul fără defecte printr-o metodă aprobată de Societatea de Clasificare înaintea aplicării trecerilor ulterioare de sudură.

Tip de îmbinare	Tip de sudare	Standard	Limită	Remediere
1. ÎMBINARE CAP LA CAP FĂRĂ TEȘIREA MARGINILOR 	Sudare manuală	$G \leq t / 2$	$G \leq 5 \text{ mm}$	$t \leq 6 \text{ mm}$ Când $5 < G < 12 \text{ mm}$ suprafața de îmbinare va fi teșită, se va monta plăcuța pentru menținerea băii de sudură și se va suda îmbinarea. Crăițiți partea din spate după îndepărtarea plăcuței de susținere a băii de sudură și terminați sudura. Când $G > 12 \text{ mm}$, înlocuiți parțial tabla
	Sudare automată	$G = 0 \div 2 \text{ mm}$		$t \leq 20 \text{ mm}$
2. PRELUCRARE $\frac{1}{2} V$ 	Sudare manuală	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R = 0-2 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ-75^\circ$	$G \leq 5 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 45^\circ-75^\circ$	$t \geq 6 \text{ mm}$
	Sudare automată			
3. PRELUCRARE K 	Sudare manuală	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R = 0-2 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ-75^\circ$	$G \leq 5 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 45^\circ-75^\circ$	$t \geq 16 \text{ mm}$
	Sudare automată			

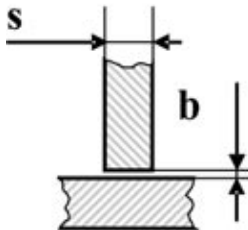
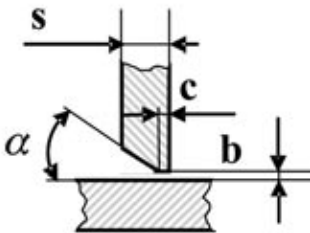
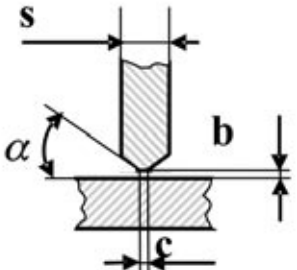
Tip de îmbinare	Tip de sudare	Standard	Limită	Remediere
4. ÎMBINARE CU TEȘIREA MARGINILOR ÎN V DOAR PE O PARTE 	Sudare manuală	$G \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 55^\circ \div 65^\circ$	$G \leq 5 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ \div 70^\circ$	$t = \text{până la } 16 \text{ mm.}$
	Sudare automată	$G \leq 2 \text{ mm}$	$G \leq 3 \text{ mm}$	
5. ÎMBINARE CU TEȘIREA MARGINILOR ÎN V PE O PARTE CU PLĂCUTĂ TEMPORARĂ DE SUSȚINERE A BĂII DE SUDURĂ 	Sudare manuală	$G = 4 - 8 \text{ mm}$ $\theta = 60^\circ$	$\theta = 55^\circ \div 65^\circ$	$t = \text{până la } 38 \text{ mm.}$ Material temporar de susținere a băii de sudură
	Sudare automată	$G = 4 - 8 \text{ mm}$ $\theta = 60^\circ$	$\theta = 55^\circ \div 65^\circ$	$t = \text{până la } 38 \text{ mm.}$
6. ÎMBINARE CU TEȘIREA MARGINILOR ÎN V NORMALĂ ȘI CRĂÎTURE PE SPATE 	Sudare manuală	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R = 0 - 2 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ \div 70^\circ$	$G \leq 5 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 45^\circ \div 75^\circ$	$t = 6 \div 16 \text{ mm.}$
	Sudare automată	$G \leq 2 \text{ mm}$ $R \geq 3 \text{ mm}$ $\theta \geq 45^\circ$		$t = 6 \div 25 \text{ mm.}$
7. ÎMBINARE CAP LA CAP CU TEȘIREA MARGINILOR ÎN X CU TEȘIRI EGALE 	Sudare manuală	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R = 0 - 2 \text{ mm}$ $\theta = 50^\circ \div 70^\circ$	$G \leq 5 \text{ mm}$ $R \leq 3 \text{ mm}$ $\theta = 45^\circ \div 75^\circ$	$t \geq 16 \text{ mm}$
	Sudare automată	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \geq 3 \text{ mm}$ $\theta \geq 45^\circ$		Ambele părți vor fi sudate în poziție orizontală $t \geq 20 \text{ mm}$
8. ÎMBINARE CAP LA CAP CU TEȘIREA MARGINILOR ÎN X CU TEȘITURI INEGALE 	Combinarea sudării manuale / automate	$G \leq 3 \text{ mm}$ $R \leq 2 \text{ mm}$ $6 \text{ mm} \leq h \leq t/3$	$G < 5 \text{ mm}$	$t \geq 16 \text{ mm}$ R max. depinde de limitele aprobate ale procedurii $h = t/3$ Pentru poziția peste cap, partea α va fi sudată prima
		$\theta \geq 45^\circ$	$\theta \geq 40^\circ$	
		$\alpha = 50^\circ \div 70^\circ$	$\alpha = 45^\circ \div 70^\circ$	

NOTĂ: Formele și mărimile principale pentru pregătirea îmbinării înainte de sudare, în concordanță cu procedurile de sudare avizate cu societățile de clasificare se regăsesc în capitolul 3.

ÎMBINĂRI PRIN SUDARE CAP LA CAP

Nr. Crt	Indicativ referință	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	α [°]	s [mm]	Procedeul de sudare		Poziția de sudare	
0	1	2	3	4	5	6	7		8	
1	I ₁		0 ⁺¹	-	-	≤ 4	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile	
	MAG fără suport ceramic						orizontal vertical lateral			
	I ₃		1 ^{±1}	-	-	4-9	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal	
			2 ^{±1}	-	-	10-22				
			2	V ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	60 ^{±5}	5-25	ELECTRIC MANUAL
V ₂	6 ^{±2}	0 ⁺¹	40 ^{+5 0}	MAG fără suport ceramic		orizontal vertical peste cap				
V ₃	5 ^{±1}	0 ⁺¹	40 ^{+5 0}				MAG pe suport ceramic plat cu lățime canal suport 10-12mm			
V ₄							sârmă plină			
							sârmă tubulară			
	2 ^{±1}	4 ^{±1}	60 ^{±5}	14-24		AUTOMAT SUB FLUX		orizontal		
3	L ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	40 ^{+2 0}	5-25	ELECTRIC MANUAL		lateral	
	L ₂		6 ^{±2}	0 ⁺¹	30 ^{+2 0}		MAG fără suport ceramic			
	L ₃		5 ^{±1}	0 ⁺¹	30 ^{+2 0}		MAG pe suport ceramic plat cu lățime canal suport 10-12mm			
							sârmă plină sârmă tubulară			
4	X ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	60 ^{±5}	> 12	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile	
	X ₂		6 ^{±2}	0 ⁺¹	40 ^{+5 0}		MAG fără suport ceramic			
	X ₃						MAG pe suport ceramic rotund ø10mm			
							sârmă plină sârmă tubulară			
			1 ^{±1}	6 ^{±1}	60 ^{±5}	> 24	AUTOMAT SUB FLUX		orizontal	

SUDURĂ DE COLȚ

Nr. Crt	Indicativ referință	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	α [°]	s [mm]	Procedeul de sudare		Pozitia de sudare
0	1	2	3	4	5	6	7		8
1	T ₁		1 ^{+0,5}	–	–	≤ 7	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
	T ₂		MAG fără suport ceramic						
			1 ^{±1}	–	–	> 7			
								AUTOMAT SUB FLUX	
2	TV ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	50 ^{±5}	5–25	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
	TV ₂		MAG fără suport ceramic						
			6 ⁺²	0 ⁺¹	35 ⁺⁵ ₀		MAG pe suport ceramic rotund ø10mm	sârmă plină	
								sârmă tubulară	
3	TK ₁		2 ^{±1}	0 ⁺¹	50 ^{±5}	> 12	ELECTRIC MANUAL		toate pozițiile
	TK ₂		MAG fără suport ceramic						
			6 ⁺²	0 ⁺¹	35 ⁺⁵ ₀		MAG pe suport ceramic rotund ø12mm	sârmă plină	
								sârmă tubulară	

- Secvențe de sudare

Ordinea globală de sudare trebuie respectată, în primul rând pentru reducerea la minim a distorsiunilor și pentru înlesnirea fabricației.

Ordinea de sudare este întotdeauna importantă însă, în special când se sudează table groase și trebuie evitată fisurarea în timpul sudării. În mod asemănător, în piesele mici de intercalare, vor apărea tensiunile de tracțiune în tablele de intercalare în timpul procesului de sudare, astfel că trebuie aplicată o ordine corespunzătoare de sudare.

Ordinea de sudare trebuie să fie simplă și practică.

Instrucțiuni generale de îndrumare:

- Ori de câte ori este posibil sudura trebuie să înceapă din mijlocul îmbinării / ansamblului / navei și trebuie dusă spre capetele libere sau din punctul de prindere spre punctul de libertate maximă

- Nu sudați excesiv

- Utilizați ordinea de sudare în pas de pelerin pentru sudurile de colț și pentru rădăcina îmbinărilor cap la cap (vedeți Fig. a)

Următoarele figuri prezintă unele din succesiunile tipice și cele mai uzuale.

Fig. a.

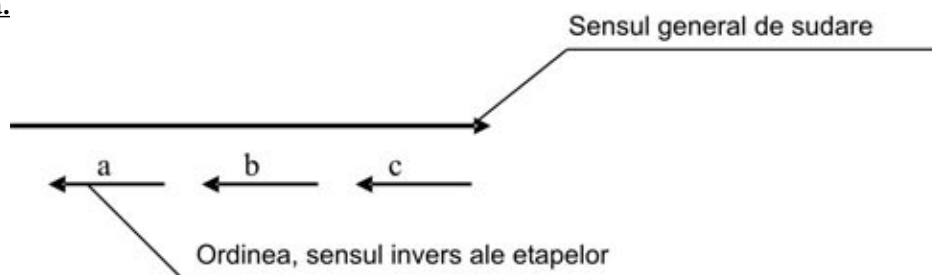
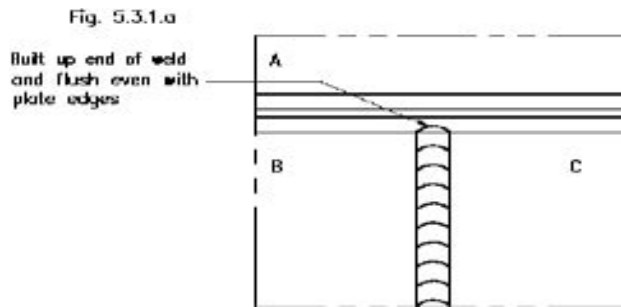


Fig. b.

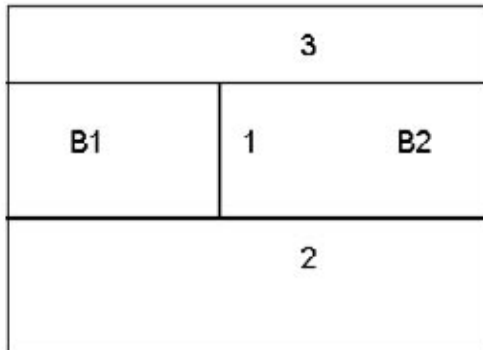
Încărcare prin sudare și îndreptare la același nivel cu muchiile tablelor

1. Sudură cap la cap între B și C
2. Cordon de sudură



Ordinea de sudare la intersecția sudării cap la cap cu cordoane de sudură

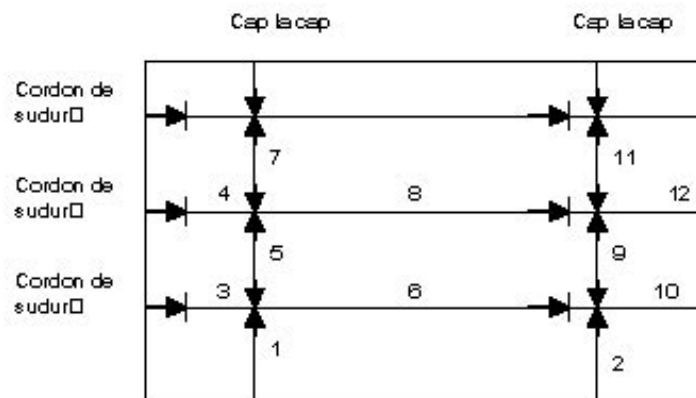
Fig. c.



1. sudură cap la cap 1
2. cordon de sudură 2
3. cordon de sudură 3

Ordinea de sudare pentru îmbinarea cap la cap și cordoane adiacente ale tablei

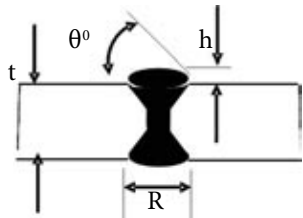
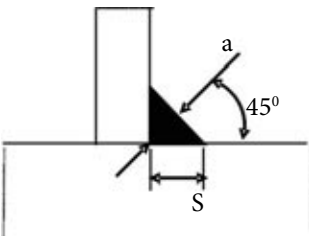
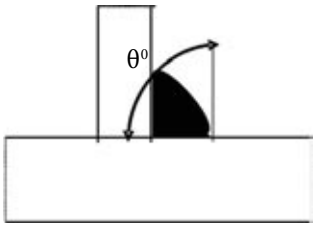
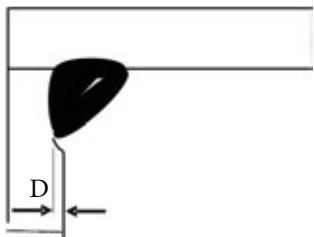
Fig. d.



Suduri cap la cap 1 și 2 și cordoane de sudură 3 și 4 sudate anterior.
Continuați sudarea în ordinea indicată.

Ordinea tipică de sudare pentru îmbinări cap la cap și cordoane de sudură ale tablelor acolo unde sudurile cap la cap sunt în linie

Ø **Detalii de sudare** – Profilul cordonului de sudură tipic pentru îmbinarea cap la cap și de colț (sudarea manuală)
– (În baza IACS Rec. nr. 47, Part A “Standard de calitate pentru construcții și reparații navale”, rev. 1 – 1999)

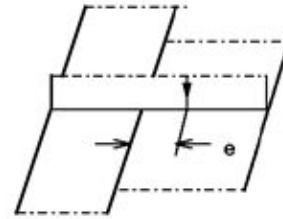
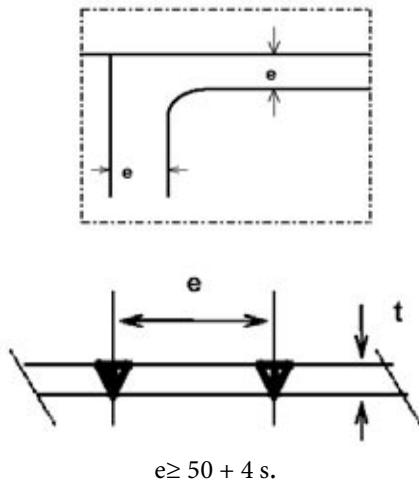
Detaliu	Standard	Limită	Standard de reparație
Unghiul la vârf al sudurii cap la cap 	$\theta \leq 60^\circ$ $h' \leq 0,2R$	maxim h 6 mm	Acolo unde $\theta > 60^\circ$ se vor efectua polizarea și sudarea în cazul în care este necesar, se va executa $\theta < 60^\circ$; microcrestăturile muchiei polizate vor fi paralele cu direcția efortului principal
Arsuri marginale la sudarea cap la cap 	$D = 0 \text{ mm}$	0,5 mm	Acolo unde $D > 0,5 \text{ mm}$ Arsurile vor fi polizate neted (numai cele localizate)
Lungimea piciorului la sudura de colț 	s = lungimea piciorului a = adâncimea calibrului	$s \geq 0,9s_d$ $a \geq 0,9a_d$ pe lungimi mici ale sudurii Unde „s_d” și „a_d” sunt dimensiunile proiectate	Măriți cateta sau calibrul prin sudare deasupra
Unghiul la vârf al sudurii de colț 		$\theta \leq 90^\circ$	$\theta > 90^\circ$ polizare și sudare, acolo unde este necesar, se va executa $\theta < 90^\circ$
Arsuri marginale la sudura de colț 	$D = 0 \text{ mm}$	0,5 mm	Acolo unde $D > 0,5 \text{ mm}$ Arsurile vor fi polizate neted (numai cele localizate)

Notă: vedeți și Anexa 1

12.4.4. Distanța între suduri

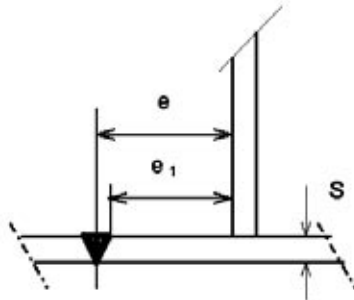
Distanța minimă între sudurile învecinate

Ø Sudura cap la cap față de sudura cap la cap



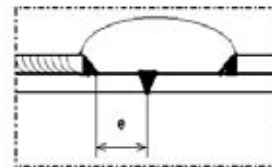
e = opțional, dacă măsurile au fost luate pentru o sudare satisfăcătoare a cordoanelor cap la cap

Sudura cap la cap față de sudura de colț a unei întărituri



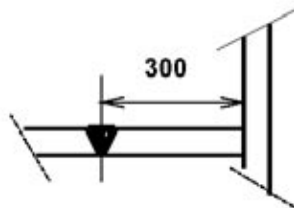
$e \geq 30 + 2S$ dacă sudura de colț este executată prima.
 $e_1 \geq 10$ dacă sudura cap la cap este executată prima.
 Sunt acceptate excepțiile locale în cazul întăriturilor de trecere în unghi ascuțit.

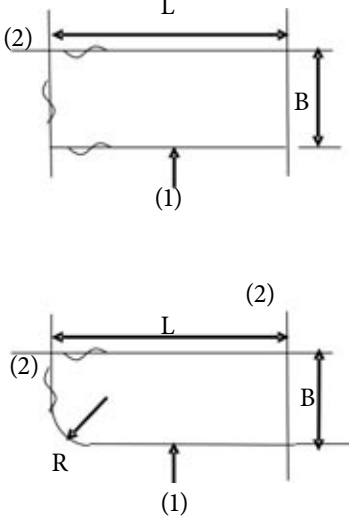
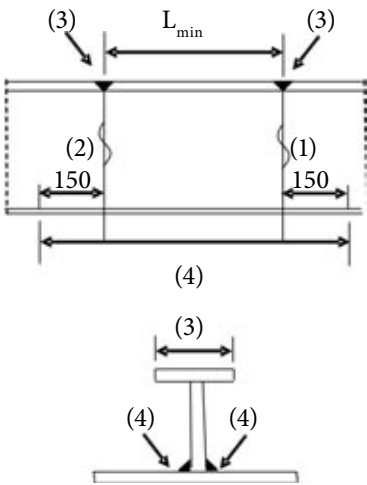
Tăiere în zigzag peste cordoanele de sudură



$e \geq 10$ măsurat de la capătul craterului sudurii de colț.
 Orificiul poate fi tăiat numai ulterior dacă aceasta nu prezintă un pericol pentru partea structurală (influența căldurii repetate, șanțulețe mici de la scurgerea metalului ș.a.m.d.)

– Sudura cap la cap față de marginea tablei / îmbinarea cu o tablă adiacentă



- Reparație cu inserție de tablă (În baza IACS nr. 47, Partea A "Standarde de Calitate în Construcțiile și Reparațiile Navale – Construcții Noi", rev. 1 – 1999)		
Detalii	Standard de reparație	Observații
Reparație cu inserție de tablă 	$L = 300 \text{ mm minimum}$ $B = 300 \text{ mm minimum}$ $R = 5t \text{ min.}$ 100 mm minimum (1) se va suda mai întâi cordonul cu tabla de inserție (2) cordonul original se va desprinde și se va suda deasupra la minimum 100 mm	
Repararea secției construite cu tablă de inserție 	$L_{\min} \geq 300 \text{ mm}$ Ordinea de sudare $(1) \rightarrow (2) \rightarrow (3) \rightarrow (4)$ Rostul sudurii cap la cap se va umple la ultima trecere (4)	

5.5.5. ÎNDEPĂRTAREA MATERIALELOR TEMPORARE DE FABRICAȚIE

– Materialul auxiliar pentru asamblare trebuie îndepărtat după utilizarea acestuia, iar sudurile de prindere trebuie polizate neted.

Eventualele defecte în materialul de bază vor fi umplute prin sudare și netezite prin polizare.

– În zonele neobstrucționate cum ar fi tancurile de ulei, de buncherare și de marfă (cu excepția tancurilor de marfă din navele de transport produse chimice și petroliere) precum și de pe punți sau pereți care vor fi izolate sau căptușite, defectele în materialele de bază trebuie fi umplute prin sudare, în acest caz polizarea nefiind necesară.

– Defectele menționate mai sus trebuie remediate conform cerințelor Societății de Clasificare.

5.5.6. Probe de etanșeitate

– Proba de presiune

- Toate tancurile, călcâiele de chilă, canalele de răcire, tancurile de asietă, fenderele tubulare din oțel, etc. precum și instalațiile de tubulatură trebuie probate la presiune în prezența inspectorului Societății de Clasificare și a reprezentantului Cumpărătorului. Presiunea de probă poate fi fie de 0,2 atm, fie așa cum s-a menționat în documentație, sau cum a fost solicitată de către Societatea de Clasificare (fenderele tubulare din oțel trebuie, de asemenea probate față de interiorul corpului navei, în dreptul îmbinărilor sudate cap la cap și a cusăturilor sudate).

– Corectarea defectelor

- Petele/scurgerile mai mici trebuie sudate după decompresie. Trebuie efectuată o nouă probă de presiune.

- Petele/scurgerile mai mari trebuie corectate prin canelare în V și resudare după decompresie. Trebuie efectuată o nouă probă la presiune.

– Dispozitive de închidere

- Ușile etanșe la apă, capacele gurilor de magazie, ferestrele etanșe, etc. trebuie probate cu un jet de apă (presiunea apei nu va fi mai mică de 2 bari aplicată de la o distanță de maxim 1,5 m).

- Ușile și capacele gurilor de magazie etanșe la gaze, rezistente la foc sau neetanșe la apă trebuie probate cu “amprentă cu cretă”.

- Probele de etanșeitate ale dispozitivelor de închidere trebuie efectuate în conformitate cu regulile Societății de Clasificare.

– Capace magazii marfă

- Etanșeitatea capacelor pe rama gurii de magazie se va determina utilizând un detector US aprobat de Societatea de clasificare.

5.5.7. Dimensiunile principale ale corpului navei

– Abaterile admisibile de la dimensiunile principale

- Lungimea totală

± 1 mm. pe metru de lungime

- Lățimea totală

± 1 mm. pe metru de lățime

- Înălțime

± 1 mm. pe metru de înălțime

- Magazii de marfă / rame guri de magazii de marfă

± 1 mm. Pe metru

- Scări de pescaj

Precizia de marcare este de ± 2mm și trebuie verificată înainte de sudare de către inspectorul Societății de clasificare și inspectorul Cumpărătorului.

Planul de referință este suprafața fundului exterior care va fi aproximat cu o linie medie ideală; capetele indicând abateri evidente vor fi neglijate când se calculează media.

12.4.8. Calitatea reperelor mici

Toate reperele / piesele mici trebuie să fie de o calitate corespunzătoare pentru utilizarea în construcții navale, după cum urmează:

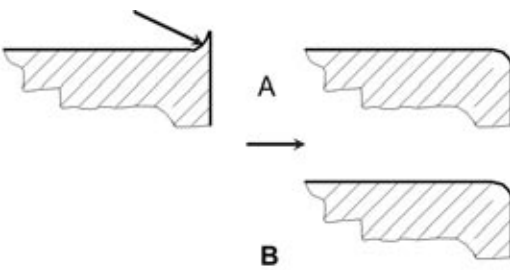
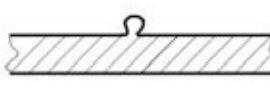
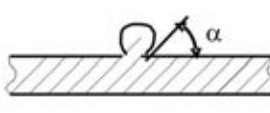
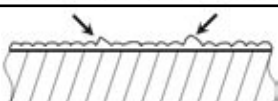
- Șuruburile, piulițele și șaibele trebuie să fie întotdeauna de calitate 8.8, dacă nu este precizat altfel.

- Șuruburile, piulițele și șaibele de pe punte / la exterior trebuie să fie acoperite cu zinc electrolitic / galvanizate, dacă nu este precizat altfel.

- Toate șuruburile și piulițele trebuie să fie metrice, dacă nu este precizat altfel.

12.4.9. Pregătirea oțelurilor pentru aplicarea acoperirii

Detaliile importante ale suprafeței vor fi pregătite de executanții de piese metalice – vedeți și Anexa 1.

1	Muchie ascuțită		A. Va fi înlăturată
			B. Profilele laminate din oțel au muchii rotunjite cu raza R. Prin urmare pot fi lăsate netratate.
2	Margini libere după tăiere oxigaz / plasmă		Imperfecțiunile muchiilor după tăierea oxigaz sau cu plasmă suficient de deschise pentru a permite pătrunderea vopselei sunt acceptate
3	Stropii de sudură	A 	A. Îndepărtați stropii desprinși de sudură observați înainte de sablarea cu grit
		B 	B. Pentru stropii care nu pot îndepărtați cu ușurință, polizați unghiul ascuțit al stropilor α pentru a-l face obtuz
4	Stratificare		Va fi înlăturată (polizare urmată de sudare)
5	Crestătură		Crestăturile trebuie (ne)remediate (vezi si Anexa 1)

OBSERVAȚII

Muchiile libere ascuțite trebuie puțin rotunjite prin polizare (preferabil înainte de asamblare). Muchiile ascuțite în toate zonele unde trebuie aplicată o acoperire anticorozivă trebuie rotunjite ($r = \max. 1,5 \text{ mm}$).

Mărimea decupărilor destinate pentru trecerea cordoanelor de sudare trebuie să asigure accesul pentru pregătire și vopsire.

Anexa 1

FINALIZARE LUCRĂRI		MUCHII DEBITATE TERMIC				MUCHII TĂIATE CU FIERĂSTRĂUL SAU FOARFECELE		
		1	2	3	4	5	6	7
		îndepărtare zgură	îndepărtare bavuri (dedesubt)	muchii ascuțite rotunjite	netezire debitare manuală	fără îndreptare	îndepărtarea bavurilor (dedesubt)	muchii ascuțite rotunjite
A	Bordaj	X		X	X		X	X
B	Punți expuse inclusiv amenajare punți, suprastructură exterioară	X		X	X (1)		X	X
C	Zonele vizibile din sala mașinilor, magazii, oficii, camere de zi	X		X (2)	X		X	X (2)

D	Sub plafoane, dedesubtul izolațiilor și placajelor	X				X		
E	Pe căile de serviciu, cum ar fi coridoarele de trecere, tunele țevi	X		X	X		X	X
F	Magazii de marfă (uscată)	X		X				X
G	Spații goale, coferdamuri	X	X			X		
H	Tancuri balast	X		X	X (1)		X	X
I	Tancuri țitei	X	X			X		
K	Tancuri schimbabile, de separare și ape reziduale	X		X	X (1)		X	
L	Tancuri chimice, tancuri de marfă	X		X	X		X	X
M	Tancuri de apă dulce, apă potabilă	X		X	X		X	X
N	Tancuri apă caldă, tancuri apă distilată	X		X	X		X	X
O	Tancuri pentru combustibil, motorină	X	X				X	
P	Tancuri pentru ulei ungere, ulei hidraulic, incl. tancuri de serviciu	X	X			X	X	
Q	Tancuri circulație ulei	X	X			X	X	

1. Cu condiția ca adâncimea specificată în Capitolul 12.4.1 să nu fie depășită.
2. Doar zonele de acces.

Nota: Profilele laminate nu necesită rotunjirea ulterioară a muchiilor.

Anexa 1

FINALIZARE LUCRĂRI		CORDOANE DE SUDURĂ							
ZONA INDICATĂ		8	9	10	11	12	13	14	15
		îndepărtare zgură	îndepărtare pori vizibili	îndepărtare degajări I)	îndepărtare incluziuni zgură vizibile	îndepărtare stropi sudură liberi	îndepărtarea tuturor stropilor de sudură	Netezirea asperităților profilelor ascuțite	polizare
A	Bordaj	X	X	X	X		X		
B	Punți expuse inclusiv amenajare punți, suprastructură exterioară	X		X	X		X		
C	Zonele vizibile din sala mașinilor, magazine, birouri, camere de zi	X			X		X		
D	Sub plafoane, dedesubtul izolațiilor și placajelor	X			X	X			
E	Pe căile de serviciu, cum ar fi coridoarele de trecere, tunele țevi	X			X		X		
F	Magazii de marfă (uscată)	X			X		X		
G	Spații goale, coferdamuri	X			X		X		
H	Tancuri balast	X		X	X		X		
I	Tancuri țitei	X			X	X			

K	Tancuri schimbabile, de separare și ape reziduale	X			X		X		
L	Tancuri chimice, tancuri de marfă	X	X	X	X		X		
M	Tancuri de apă dulce, apă potabilă	X	X	X	X		X		
N	Tancuri apă caldă, tancuri apă distilată	X	X		X		X		
O	Tancuri pentru combustibil, motorină	X			X	X			
P	Tancuri pentru ulei ungere, ulei hidraulic, incl. tancuri de serviciu	X			X	X			
Q	Tancuri circulație ulei	X			X	X			

Capitolul 13

SUDAREA TUBULATURILOR

13.1. CLASIFICAREA PROCEDEELOR DE SUDARE LA TUBULATURĂ

Principalele procedee de sudare utilizate în procesul de execuție a sistemelor de tubulatură sunt:

- **Sudarea manuală cu electrozi înveliți MMA**
- Sudarea semiautomată în mediu de gaz protector cu amestec de gaze MAG
- Sudarea în mediu de gaz inert cu electrod de wolfram WIG

Prinderea în puncte de sudură, cât și sudarea tubulaturilor navale, realizate prin îmbinări cap la cap și de colț, în atelier și la vas se poate executa utilizând unul dintre procedeele menționate mai jos în funcție de tipodimensiunile instalației respective și de clasa de calitate a acesteia, după cum urmează:

Sudarea tubulaturii în ATELIER			
Clasa tubulaturii	Dimensiuni țevi	Tipul îmbinării	Procedeul de sudare folosit
Tubulatură clasa 1 și 2	Țevi cu diametrul $D \leq 80 \text{ mm}$	Cap la cap	WIG
		De colț	WIG
	Țevi cu diametrul $D > 80 \text{ mm}$ și grosimea $s \leq 4 \text{ mm}$	Cap la cap	WIG
		De colț	WIG
	Țevi cu diametrul $D > 80 \text{ mm}$ și grosimea $s > 4 \text{ mm}$	Cap la cap	WIG – rădăcina MAG – umplerea
		De colț	MAG
Tubulatură clasa 3	Țevi cu diametrul $D \leq 80 \text{ mm}$ și grosimea $s \leq 4 \text{ mm}$	Cap la cap	WIG
		De colț	WIG
	Țevi cu diametrul $D > 80 \text{ mm}$ și grosimea $s \leq 4 \text{ mm}$	Cap la cap	MAG
		De colț	MAG
	Țevi cu diametrul $D > 80 \text{ mm}$ și grosimea $s > 4 \text{ mm}$	Cap la cap	MAG
		De colț	MAG

Sudarea tubulaturii LA NAVĂ			
Clasa tubulaturii	Dimensiuni țevi	Tipul îmbinării	Procedeele de sudare folosite
Tubulatură clasa 1 și 2	Oricare	Cap la cap	WIG
			WIG(rădăcina) +MMA (umplerea) - multistrat
		De colț	WIG, MMA, MAG (în funcție de acces)
Tubulatură clasa 3	Oricare	Cap la cap	MAG, MMA (în funcție de acces)
		De colț	MAG, MMA (în funcție de acces)

Împărțirea pe clase a tubulaturilor se face conform regulilor Societăților de Clasificare și va fi menționată în documentația de execuție.

13.2. TUBULATURI NAVALE DIN OȚELURI CARBON NEALIATE, SLAB ALIATE, CU REZISTENȚĂ NORMALĂ SAU MĂRITĂ

13.2.1. Materiale de sudare

La sudare se vor utiliza numai materiale consumabile care îndeplinesc condițiile de transport, depozitare, manipulare și utilizare.

În cazul utilizării procedeului de sudare manuala cu electrozi înveliți, se vor folosi electrozi bazici tip E 7018 / AWS A5.1 (exemplu "SUPERBAZ" – Ductil Buzău) sau electrozi cu înveliș rutilic, tip E 7024, E 6012, E 6013 / AWS A5.1, numai pentru suduri de colț, la oțeluri carbon (OLT 35, OLT 45, sau similare), pentru tubulatura de clasă 3 din zona de suprastructură sau din secțiunile de deasupra punții principale, numai în afara zonei de rezistență a navei.

În cazul utilizării procedeului de sudare semiautomată în mediu de gaz protector cu amestec de gaze MAG, se va utiliza sârmă plină pentru sudare MAG - ϕ 1,2 tip SG2 / DIN 8559 (G3Si1/ EN 440) și gaz amestec – tip M21 conform EN 439 (20%CO₂ +80%Ar).

În cazul utilizării procedeului de sudare în mediu de gaz inert cu electrod de wolfram, se vor utiliza vergele pentru sudare tip ER70S-3 / AWS A 5.18 Ø1,6; Ø2;; Ø2,4 mm, argon I 1/ EN 439 puritate min 99,998%, alimentat de la butelii sau de la rețea, electrozi din wolfram Ø2,4 mm, aliat cu oxid de thoriu sau lantanu, pentru sudare în curent continuu DC.

13.2.2 Scule, instalații de sudare și dispozitive

Cabluri pentru sudare;
 Clești portelectrod izolați pentru sudare;
 Ciocane, perii de sârmă pentru îndepărtare zgură și stropi de sudură;
 Cuptoare pentru uscat electrozi;
 Cutii izoterme individuale, prevăzute cu capac etanș, pentru păstrare electrozi de sudare;
 Polizoare axiale pentru curățat zonele învecinate ale îmbinării (la interior);
 Polizoare cu discuri abrazive cu grosimea de 2 mm, pentru remedierea defectelor;
 Polizor special pentru ascuțirea electrozilor de wolfram;
 Reductoare de presiune cu debitmetru pentru măsurarea debitului de argon la sudare;
 Reducții pentru cuplarea debitmetrelor la buteliile de argon;
 Furtunuri pentru alimentarea cu argon pentru protecția rădăcinii;
 Distanțiere pentru realizarea deschiderii rostului (pot fi sârme cu ϕ 2-3mm);
 Șabloane, lere, șublere pentru verificare forme, dimensiuni rosturi și cusături sudate;
 Lămpi de iluminat electric pentru verificare îmbinări înainte și după sudare;

Polizoare unghiulare și axiale, discuri și pietre abrazive pentru pregătirea marginilor îmbinării;
Mașini pentru debitat și șanfrenat țevi;
Creioane termochimice pentru măsurarea temperaturii de preîncălzire (ex. TERMOCHROM);
Termometre pentru măsurarea temperaturii mediului ambiant în sezonul rece;
Instalații de sudare manuală cu electrozi înveliți MMA;
Instalații de sudare semiautomată în mediu de gaz protector cu amestec de gaze MAG;
Instalații de sudare în mediu de gaz inert cu electrod de wolfram WIG.

13.2.3 Pregătirea pentru prinderea în puncte de sudură și sudare

Debitarea tubulaturilor și / sau șanfrenarea se execută prin unul din următoarele procedee:

- debitarea cu disc abraziv;
- debitarea prin tăiere cu oxigen – manual (la navă);
- debitarea prin tăiere cu oxigen - la mașini automate;
- debitarea mecanică la ferăstraie cu pânză;
- debitarea mecanică cu freză disc;
- șanfrenare cu mașini de șanfrenat.

După debitare și prelucrare, înainte de începerea sudării, se curăță muchiile îmbinării și marginile alăturate, pe o lățime de 10-15 mm, cu peria de sârmă sau prin alte mijloace (polizare la interior, șmirgheluire sau polizare la exterior, degresare locală cu spray-uri degresante sau degresare totală), în funcție de cum se prezintă suprafața piesei – pentru îndepărtarea oricărei impurități (bavuri, oxizi, vopsea, grăsimi, ulei) care ar putea produce defecte în cordonul de sudură.

Țevile ce prezintă urme de umezeală se usucă cu flacără oxigaz.

Calitatea suprafețelor prelucrate, privind adâncimea rizurilor, trebuie să fie conform documentației de execuție. Dacă nu este altfel specificat, adâncimea rizurilor suprafeței prelucrate nu va depăși 0,4 mm.

După debitare și pregătirea marginilor, tubulaturile se assemblează în vederea sudării. Asamblarea se execută prin prindere în puncte de sudură, folosind același material de adaos, aceleași regimuri și același procedeu de sudare ca la sudarea primului strat.

Punctele de prindere trebuie să fie bine pătrunse, fără defecte, având lungimea de maxim 10 mm.

Tubulaturile se vor prinde în cel puțin patru puncte de prindere, dispuse diametral opus, iar. Punctele care prezintă defecte ca pori sau fisuri se îndepărtează prin polizare și se resudează.

Prinderea în puncte de sudură se face cu același procedeu, aceleași materiale de adaos și parametri de sudare ca la sudarea propriu-zisă (diametrul vergelei și a electrodului de wolfram Ø1,6mm). Numărul punctelor de prindere este:

- pentru $D_n < 50\text{mm}$ = 3 puncte de sudură.
- pentru $D_n > 50\text{mm}$ = 4 puncte sau mai multe (în funcție de diametrul țevii), dispuse simetric, iar distanța dintre puncte să nu depășească 100 mm.

Lungimea unui punct de prindere trebuie să fie de 4 - 5 mm (maxim de două ori grosimea țevii), iar grosimea punctului 0,6-0,7 din grosimea peretelui țevii (punctele mai groase se vor subția prin polizare).

După execuția punctelor de prindere, acestea se vor curăța și poliza pentru a se obține o trecere lină de la punct la zona nesudată, asigurându-se astfel pătrunderea cordonului ce urmează a fi executat.

Punctele de prindere care prezintă defecte ca pori sau fisuri, se elimină prin polizare și se înlocuiesc cu altele de bună calitate.

Nu se admite prinderea în puncte de sudură a unor îmbinări realizate printr-o centrare forțată, sau corectarea asamblării după prinderea cu sudură, în ambele cazuri existând pericolul de fisurare.

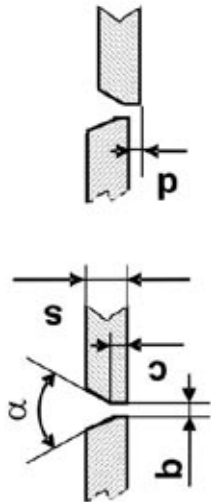
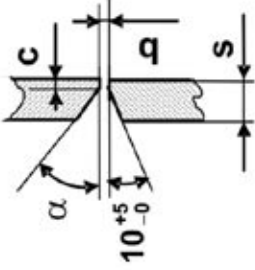
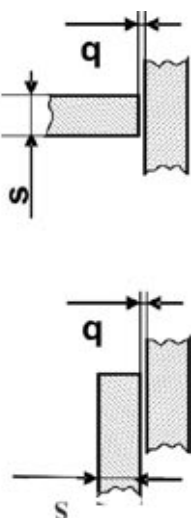
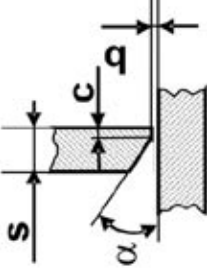
Nu sunt admise defecte, puncte de prindere rupte sau crăpate.

La asamblarea pentru sudare a tronsoanelor de țevă se vor respecta în mod deosebit următoarele:

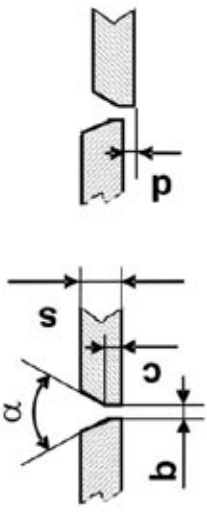
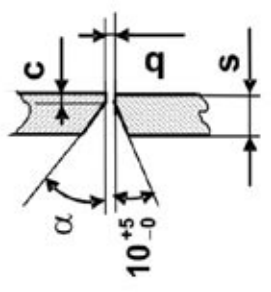
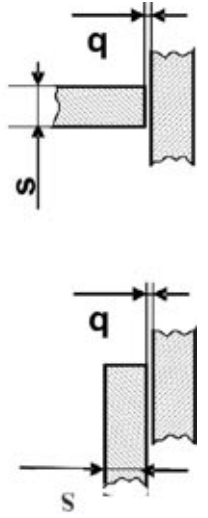
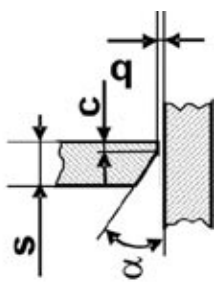
- deschiderea rostului să nu aibă devieri pe circumferință mai mari de 1 mm
- se va asigura concentricitatea țevelor în special la interior (nu se admit dezaxări - la interior - mai mari de 0,15 din grosimea peretelui țevii, dar nu mai mult de 2 mm).

Formele, dimensiunile rosturilor și limitele de acceptabilitate vor fi conform documentației de execuție. În cazul în care documentația nu prevede detalii privind formele și dimensiunile rosturilor, se vor utiliza datele din tabelele de mai jos.

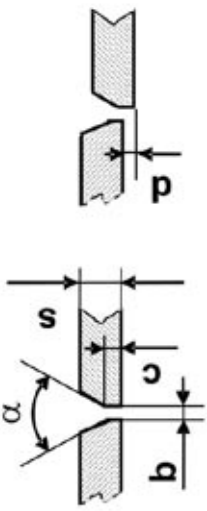
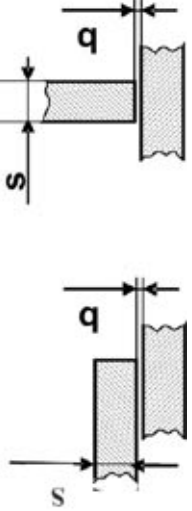
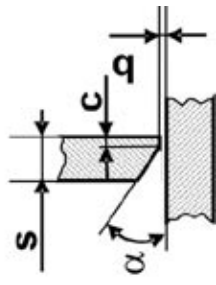
Procedeeul de sudare: MMA – Tubulatura otel carbon

Nr. crt.	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	d [mm]	Δb [mm]	α [°]	s [mm]	Observații
1		2^{+1}	$1^{\pm 1}$	0,15s max. 2	max. 1	$60^{\pm 5}$	≥ 3	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă orizontală Δb = diferența dintre lăţimea maxim și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealinieria
2		2^{+1}	1^{-1}	0,15s max. 2	max. 1	45^{+5}	≥ 3	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă verticală Δb = diferența dintre lăţimea maxim și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealinieria
3		$0,5^{\pm 0,5}$	-	-	max. 1	-	≥ 3	Δb = diferența dintre lăţimea maxim și cel minim, măsurat pe circumferință.
4		2^{+1}	1^{-1}	-	max. 1	45^{+5}	≥ 3	Δb = diferența dintre lăţimea maxim și cel minim, măsurat pe circumferință

Procedeeul de sudare: WIG – Tubulatură oțel carbon

Nr. crt	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	d [mm]	Δb [mm]	α [°]	s [mm]	Observații
1		2 ⁺¹	1 ⁻¹	0,15s max. 1	max. 1	60 ^{±5}	> 2	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă orizontală Δb = diferența dintre lăţul maxim şi cel minim, măsurat pe circumferinţă d = nealinieria
2		2 ⁺¹	1 ⁻¹	0,15s max. 1	max. 1	45 ^{±5}	> 2	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă verticală Δb = diferența dintre lăţul maxim şi cel minim, măsurat pe circumferinţă d = nealinieria
3		0,5 ^{±0,5}	-	-	max. 1	-	> 2	Δb = diferența dintre lăţul maxim şi cel minim, măsurat pe circumferinţă.
4		2 ⁺¹	1 ⁻¹	-	max. 1	45 ^{±5}	> 2	Δb = diferența dintre lăţul maxim şi cel minim, măsurat pe circumferinţă

Procedeeul de sudare: MAG – Tubulatura otel carbon

Nr. crt	Tip îmbinare	b [mm]	d [mm]	Δb [mm]	α [°]	s [mm]	Observații
1		2 ⁺¹	0,15s max. 1	max. 1	60 ⁺¹⁰	≥ 3	Δb = diferența dintre lufte maxime și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealiniera
2		1 ^{±0,5}	-	max. 1	-	≥ 3	Δb = diferența dintre lufte maxime și cel minim, măsurat pe circumferință
3		2 ⁺¹	-	max. 1	45 ⁺⁵	≥ 3	Δb = diferența dintre lufte maxime și cel minim, măsurat pe circumferință

13.2.4. Parametrii de sudare

Sudarea MMA se va face de regulă cu electrozi bazici, cu curent continuu, pol”+” la electrod și următoarele valori orientative ale curentului de sudare:

- pentru diametrul ϕ 2,5 mm $I_s = 65 \div 90A$
- pentru diametrul ϕ 3,25mm $I_s = 120 \div 140A$

În cazul sudării cu electrozi rutilici, se va folosi polul “-” la electrod și următoarele valori orientative ale curentului de sudare:

- pentru diametrul ϕ 2,5 mm $I_s = 60 \div 80A$
- pentru diametrul ϕ 3,25mm $I_s = 110 \div 135A$

Pentru prinderea în puncte, pentru a se obține pătrunderea punctului la interiorul îmbinării se vor utiliza electrozi cu diametru redus respectiv ϕ 2,5 mm, maxim ϕ 3,25mm.

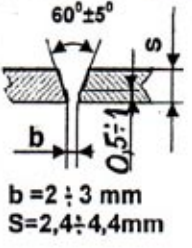
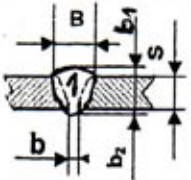
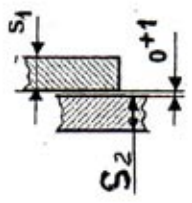
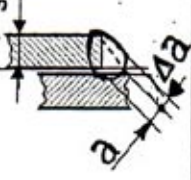
Parametrii orientativi pentru prinderea în puncte WIG a țevilor din oțel carbon sunt prezentați în tabelul de mai jos:

Grosime material de bază (mm)	Diametru electrod de wolfram (mm)	Diametru sârmă de sudare (mm)	Intensitate curent de sudare I_s (A)	Debit gaz Pistolet (l / min)
2	2,4	1,6-2	60 ± 5	10-12
3	2,4	1,6-2	70 ± 5	10-12
4	2,4	2-2,4	90 ± 5	10-12
5	2,4	2-2,4	100 ± 5	10-12

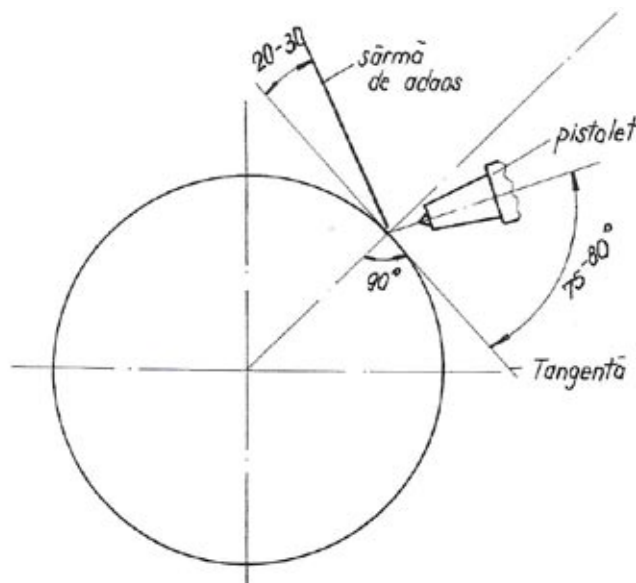
Parametrii de sudare vor fi conform WPS-uri sudare WIG tubulatură oțel carbon sau conform IDA 077 (vezi tabelul următor):

ASAMBLARE +SUDARE TUBULATURI DIN OTEL CARBON

Procedeul de sudare: W.I.G.

FORMĂ ȘI DIMENSIUNI ROST	ÎMBINARE SUDATĂ		PARAMETRI SUDARE						
	FORMĂ	DIMENSIUNI [mm]	Nr. rând	ϕ_{el} W _e [mm]	ϕ_{ver} gea [mm]	I_s [A]	Tip curent (polari tate)	U_s [V]	Debit gaz Ar [l/min]
		$b_1 \leq 1+0,1B$ max.2mm'	1 S<3 mm	2,4	2,4	70-90	DC(-)	-	10-12
			1 S>3 mm	2,4	2,4	80-110	DC(-)	-	10-12
		$a = 0,7S_{min}$	1	2,4	2,4	80-110	DC(-)	-	10-12

Sudarea WIG a țevelor se poate executa în toate pozițiile de sudare. În timpul sudării, conducerea (mânuierea) pistolului și a sârmei pe îmbinare se face astfel încât față de tangenta la țeavă, electrodul de wolfram să fie înclinat la un unghi de $75 - 80^\circ$, iar sârma de sudură să fie înclinată la un unghi de $20 - 30^\circ$.



În cazul sudării MAG cu sârma plină, parametrii de prindere în puncte se găsesc în tabelul de mai jos:

Diametrul sârmei [mm]	Tensiunea arcului [V]	Intensitatea curentului [A]	Viteza avans sârma [m/min]	Lungime liberă sârma [mm]	Debitul de gaz [l/min]
1,2	17 - 19	110 - 140	3 - 4	10 - 15	16 - 18

Parametrii de sudare vor fi conform WPS-uri sudare MAG tubulatură oțel carbon sau conform IDA 077(vezi tabel următor):

ASAMBLARE +SUDARE TUBULATURI DIN OTEL CARBON

Procedul de sudare: MAG

FORMĂ ȘI DIMENSIUNI ROST	ÎMBINARE SUDATĂ		PARAMETRI SUDARE						
	FORMĂ	DIMENSIUNI [mm]	Nr. rând	ØSâr mă [mm]	V_a ml/ min	I_s [A]	Tip curent (polari tate)	U_a [V]	Debit gaz Corgon [l/min]
		$b_1 \leq 1+0,1B$ max.2mm	1	0,8 sau 1,2	3:5 2:4	110-120 110-130	DC(+)	17-19 17-19	16-18 16-18
			2;3...n $S > 4mm$	1,2	4:6	140-170	DC(+)	17-19	16-18
		$a = 0,7S_{min}$ $\Delta a \leq 1+0,1a$ max.2mm	1	$a < 4mm$					
			2,3...n $a > 4mm$	1,2	2:4	120-140	DC(+)	17-19	16-18

În perioada cu vreme rece (temperaturi sub 0° C), ca regulă generală, se vor respecta următoarele:

- temperatura minimă până la care se poate suda, fără precauții speciale (ex.: preîncălzire țevi) este de -10°C, luându-se măsuri de protecție împotriva condițiilor atmosferice neprielnice (vânt, curenți de aer, precipitații, umezeală);
- marginile îmbinărilor se vor usca pentru a nu prezenta umezeală, condens;
- conducătorul locului de muncă va urmări temperatura atât în hală cât și afară, iar în cazul când aceasta este sub -10°C va opri sudarea.

Când documentația de execuție impune preîncălzirea, aceasta se execută cu flacără oxigaz (neutră) pe o lățime de 100-150 mm de o parte și de alta a îmbinării.

De regulă, acolo unde este necesară preîncălzire aceasta se face înainte de operația de prindere în puncte, respectiv înainte de operația de sudare, iar temperatura specificată în documentația de execuție se menține constantă pe tot parcursul sudării și pe întreaga grosime a piesei.

Temperatura de preîncălzire se măsoară cu creioane termochimice (ex. TERMOCHROM).

Locul de măsurare va fi în imediata vecinătate a canalului de sudură (la 30-40 mm) pentru temperatura de preîncălzire și direct pe rândul sudat pentru temperatura interpas (când este specificată).

Prinderea și sudarea îmbinărilor sudate ale tubulaturilor de clasă I și II vor fi executate numai de sudori instruiți și autorizați cu o Societate de Clasificare, pentru procedeul de sudare respectiv.

13.3. TUBULATURI NAVALE DIN OȚELURI INOXIDABILE

13.3.1. Materiale de sudare

La sudarea în mediu de gaz inert cu electrod de wolfram, se vor utiliza vergele pentru sudare tip ER316L (AWS A 5.9) Ø2 mm, argon I 1/ EN 439 puritate min 99,998%, alimentat de la butelii sau de la rețea și electrozi din wolfram Ø2,4 mm, aliat cu oxid de thoriu sau lantanu, pentru sudare în curent continuu DC.

În cazul utilizării procedeului de sudare manuală, cu electrozi înveliți (procedeu utilizat doar pentru sudarea straturilor de umplere și față), se vor folosi electrozi tip E 316L și tip E 309L (AWS A5.4) Ø2 și Ø2,5 mm

13.3.2 Scule, instalații de sudare și dispozitive

Se vor utiliza:

Instalații pentru sudare WIG tip: ESAB – DTG 405, Miller Gold Seal 160, REMSTiger 170DC ce sunt prevăzute cu funcții speciale: amorsare cu curenți de înaltă frecvență, pantă de creștere a curentului la amorsare, pantă de scădere a curentului la finalul sudării, temporizare pre și post gaz;

Clești portelectrod izolați pentru sudare, Cabluri pentru sudare;

Ciocane din inox, perii de sârmă pentru îndepărtare zgură și stropi de sudură - din inox;

Polizoare axiale pentru curățat zonele învecinate ale îmbinării (la interior);

Polizoare cu discuri abrazive (speciale pentru material inoxidabil) cu grosimea de 2 mm, pentru remedierea defectelor;

Polizor special pentru ascuțirea electrozilor de wolfram;

Reductoare de presiune cu debitmetru pentru măsurarea debitului de argon la sudare și la realizarea protecției cu argon a rădăcinii (debitmetre specifice măsurării argonului);

Dopuri din cauciuc, necesare pentru introducerea și evacuarea gazului de protecție a rădăcinii;

Reducții pentru cuplarea debitmetrelor la buteliile de argon;

Furtunuri pentru alimentarea cu argon pentru protecția rădăcinii;

Distanțiere pentru realizarea deschiderii rostului (pot fi sârme din inox cu ø2-3mm);

Șabloane, lere, șublere pentru verificare forme, dimensiuni rosturi și cusături sudate;

Lămpi de iluminat electric pentru verificare îmbinări înainte și după sudare;

Polizoare unghiulare și axiale, discuri și pietre abrazive speciale pentru inox;

Mașini pentru debitat și șanfrenat țevi;

Termometre pentru măsurarea temperaturii mediului ambiant în sezonul rece;

13.3.3 Pregătirea pentru prinderea în puncte de sudură și sudare

Debitarea tubulaturilor și / sau șanfrizarea se execută prin procedee mecanice. Marginile debitate nu trebuie să prezinte: șanțuri, denivelări, bavuri.

După debitare și prelucrare, înainte de începerea sudării, se curăță muciile îmbinării și marginile alăturate, pe o lățime de 10-15 mm, pentru îndepărtarea oricărei impurități (oxizi, vopsea, umezeala, grăsimi, ulei) care ar putea produce defecte în cordonul de sudură.

Calitatea suprafețelor prelucrate, privind adâncimea rizurilor, trebuie să fie conform documentației de execuție. Dacă nu este altfel specificat, adâncimea rizurilor suprafeței prelucrate nu va depăși 0,4 mm.

După debitare și pregătirea marginilor, tubulaturile se assemblează în vederea sudării. Asamblarea se execută prin prindere în puncte de sudură, folosind același material de adaos, aceleași regimuri și același procedeu de sudare ca la sudarea primului strat.

Obligatoriu, înainte de execuția punctelor de prindere se va asigura protecția de gaz la interiorul țevii pentru a se obține un punct de prindere lipsit de oxizi.

Perna de Ar. de la interiorul țevii, se menține pe tot timpul operației de prindere în puncte de sudură.

Punctele de prindere trebuie să fie bine pătrunse, fără defecte, având lungimea de maxim 10 mm.

Prinderea în puncte de sudură se face cu același procedeu, aceleași materiale de adaos și parametri de sudare ca la sudarea propriu-zisă (diametrul vergelei și a electrodului de wolfram Ø1,6mm). Numărul punctelor de prindere este:

- pentru $D_n < 50\text{mm}$ = 3 puncte de sudură.

- pentru $D_n > 50\text{mm}$ = 4 puncte sau mai multe (în funcție de diametrul țevii), dispuse simetric iar distanța dintre puncte să nu depășească 100 mm.

Lungimea unui punct de prindere trebuie să fie de 4 - 5 mm (maxim de două ori grosimea țevii), iar grosimea punctului 0,6-0,7 din grosimea peretelui țevii (punctele mai groase se vor subția prin polizare).

După execuția punctelor de prindere, acestea se vor curăța și poliza pentru a se obține o trecere lină de la punct la zona nesudată, asigurându-se astfel pătrunderea cordonului ce urmează a fi executat.

Punctele de prindere care prezintă defecte ca pori sau fisuri, se elimină prin polizare și se înlocuiesc cu altele de bună calitate.

Nu se admite prinderea în puncte de sudură a unor îmbinări realizate printr-o centrare forțată sau corectarea asamblării după prinderea cu sudură, în ambele cazuri existând pericolul de fisurare.

Nu sunt admise defecte, ori puncte rupte sau crăpate.

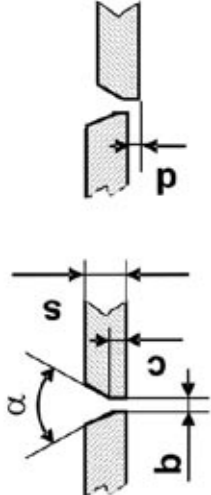
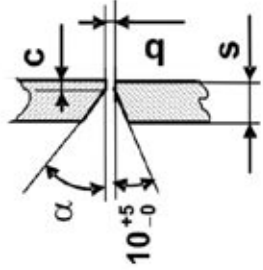
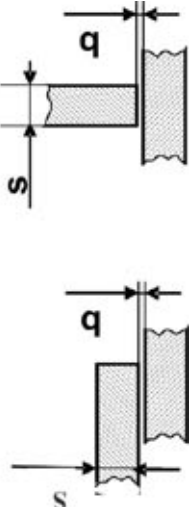
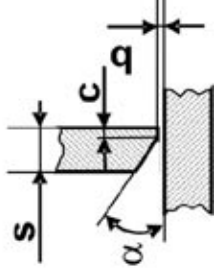
La asamblarea pentru sudare a tronsoanelor de țevă se vor respecta în mod deosebit următoarele:

- deschiderea rostului să nu aibă devieri pe circumferință mai mari de 1 mm

- se va asigura concentricitatea țevilor în special la interior (nu se admit dezaxări - la interior - mai mari de 0,15 din grosimea peretelui țevii, dar nu mai mult de 2 mm).

Formele, dimensiunile rosturilor și limitele de acceptabilitate vor fi conform documentației de execuție. În cazul în care documentația nu prevede detalii privind formele și dimensiunile rosturilor se vor utiliza datele din tabelul de mai jos.

Procedeul de sudare: WIG – Tubulatura otel inoxidabil

Nr. crt	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	d [mm]	Δb [mm]	α [°]	s [mm]	Observații
1		$0^{+0,5}$	$0,5^{+0,5}$	$0,15s$ max. $0,5$	max. $0,5$	80^{+10}	$1,5 \div 2,5$	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă orizontală
		$1,5^{+0,5}$	$0,5^{+0,5}$	$0,15s$ max. 1	max. $0,5$	60^{+10}	$>2,5$	Δb = diferența dintre lufte max și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealiniera
2		$0^{+0,5}$	$1^{+0,5}$	$0,15s$ max. $0,5$	max. $0,5$	45^{+5}	$1,5 \div 2,5$	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țevă orizontală
		$1^{+0,5}$	$0,5^{+0,5}$	$0,15s$ max. 1	max. $0,5$	45^{+5}	$>2,5$	Δb = diferența dintre lufte max și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealiniera
3		$0,5^{+0,5}$	-	-	max. 1	-	$>1,5$	Δb = diferența dintre lufte max și cel minim, măsurat pe circumferință.
4		$0,5^{+0,5}$	$1^{+0,5}$	-	max. $0,5$	45^{+5}	$1,5 \div 2,5$	Δb = diferența dintre lufte max și cel minim, măsurat pe circumferință.
		$1^{+0,5}$	$0,5^{+0,5}$	-	max. $0,5$	45^{+5}	$>2,5$	Δb = diferența dintre lufte max și cel minim, măsurat pe circumferință.

13.3.4. Parametrii de sudare

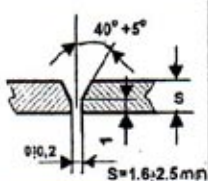
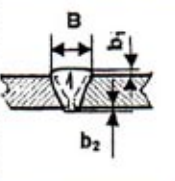
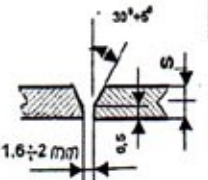
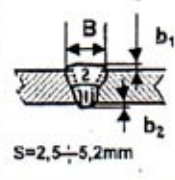
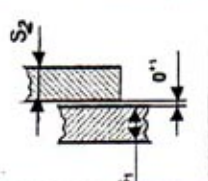
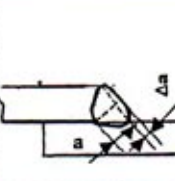
Sudarea MMA a tubulaturilor din oțel inoxidabil, conform procedurilor avizate se va utiliza doar pentru straturile de umplere. Astfel prinderea în puncte se va face doar prin procedeul de sudare WIG.

Parametrii orientativi pentru prinderea în puncte WIG a țevilor din oțel inoxidabil sunt cei prezentați în tabelul de mai jos:

Grosime material de bază (mm)	Diametrul electrodului de wolfram (mm)	Diametrul sârmei de sudare (mm)	Intensitate curent de sudare Is (A)	Debit de gaz pentru sudare (l/min)
2	2,4	2	60 ±5	10-12
3	2,4	2	70 ±5	10-12
4	2,4	2	80 ±5	10-12
5	2,4	2	90 ±5	10-12

Parametrii de sudare vor fi conform WPS-uri sudare WIG tubulatură oțel inoxidabil sau conform IDA 077(vezi tabel următor):

ASAMBLARE+SUDARE TUBULATURĂ DIN OȚEL ÎNOXIDABIL- SUDARE WIG

FORMĂ ȘI DIMENSIUNI ROST	ÎMBINARE SUDATĂ		PARAMETRI SUDARE							
	FORMĂ	DIMENSIUNI [mm]	Nr. rând	Ø el. W ₀ [mm]	Ø vergea [mm]	Is [A]	Tip curent polaritate	Ua [V]	Debit gaz Ar. [l/min]	
									protecție	Suport rădăcină
		b1 ≤ 1+0,1B max. b2 = max. 1mm pentru teavă cu Ø ≤ 60mm	1	2,4	2,4	60:80	DC(-)	10-12	12-15	8-10
			1	2,4	2,4	60:80	DC(-)	10-12	12-15	20-25
		b2 = max. 2mm pentru teavă cu Ø ≤ 60mm	2	2,4	2,4	70:90	DC(-)	10-12	12-15	20-25
		a = 0,7Smm Δ ≤ 1+0,1a max. 2mm	1	2,4	2,4	50:60	DC(-)	12-15	12-15	12-16

Prinderea și sudarea îmbinărilor sudate ale tubulaturilor de clasă I și II vor fi executate numai de sudori instruiți și autorizați cu o Societate de Clasificare, pentru procedeul de sudare respectiv.

După sudare, se vor executa operațiile specifice de periere, șlefuire sau decapare a cordoanelor de sudură, pentru a elimina statul de oxid de la suprafața acestora.

13.4. TUBULATURI NAVALE DIN CUNIFER

13.4.1. Materiale de sudare

La sudarea în mediu de gaz inert cu electrod de wolfram, se vor utiliza vergele pentru sudare Ø2,4 x 1000mm tip „ERCuNi”/AWS A-5.7 („SG-CuNi30Fe”/DIN1733; Nr: „ 2.0837”/ Werkstof), argon I 1/ EN 439 puritate min 99,998%, alimentat de la butelii sau de la rețea și electrozi din wolfram Ø2,4 mm, aliat cu oxid de thoriu sau lantanu, pentru sudare în curent continuu DC.

13.4.2. Scule, instalații de sudare și dispozitive

Se vor utiliza:

Instalații pentru sudare WIG tip: ESAB – DTG 405, Miller Gold Seal 160, REMSTiger 170DC ce sunt prevăzute cu funcții speciale: amorsare cu curenți de înaltă frecvență, pantă de creștere a curentului la amorsare, pantă de scădere a curentului la finalul sudării, temporizare pre și post gaz;

Clești portelectrod izolați pentru sudare, Cabluri pentru sudare;

Acetonă sau înlocuitor (ex. diluant „D002-2”),

Cârpe nescămoșabile,

Perii rotative din sârmă de oțel INOX. pentru curățirea între rândurile de sudură;

Mașină cu bandă abrazivă pentru șanfrenarea marginilor țevilor

Polizor special pentru ascuțirea electrozilor de wolfram;

Dopuri din cauciuc, necesare pentru introducerea și evacuarea gazului de protecție a rădăcinii;

Reducții pentru cuplarea debitmetrelor la buteliile de argon;

Furtunuri pentru alimentarea cu argon pentru protecția rădăcinii;

Creioane termochimice(ex. „Thermochrom”)pentru verificare temperatură interpas (+ 75°C; + 80°C)

Distanțiere pentru realizarea deschiderii rostului (pot fi sârme din inox cu ø2-3mm);

Șabloane, lere, șublere pentru verificare forme, dimensiuni rosturi și cusături sudate;

Polizoare unghiulare și axiale, discuri și pietre abrazive speciale pentru inox;

Mașini pentru debitat și șanfrenat țevi.

13.4.3. Pregătirea pentru prinderea în puncte de sudură și sudare

Debitarea tubulaturilor și / sau șanfrenarea se execută prin procedee mecanice. Marginile debitate nu trebuie să prezinte: șanțuri, denivelări, bavuri.

Debitarea țevelor din CuNiFe se face mecanic cu mașina-fierăstrău. Marginile debitate trebuie să fie perpendiculare pe generatoarea țevii și să nu prezinte: bavuri, rizuri, neuniformități.

Șanfrenarea marginilor țevelor în vederea realizării geometriei rostului îmbinării se face prin polizare la mașina cu bandă abrazivă. După această șanfrenare, zonele adiacente îmbinării la ambele țevi se polizează cu polizor mobil având scule rotative cu inele din bandă abrazivă. Această polizare se face atât la interiorul cât și la exteriorul țevelor pe o lățime de minim 25mm

Marginile țevelor șanfrenate și zonele polizate se vor curăța atât la interior cât și la exterior prin ștergere cu o cârpă (nescămoșabilă) înmuiată în acetonă (sau înlocuitor ex. diluant „D002-2”).

Aceste margini cât și zonele adiacente îmbinării trebuie să fie curate, lipsite de: oxizi, grăsimi, vopsea, umezeală și alte impurități.

Asamblarea-potrivirea și prinderea în puncte de sudură a îmbinărilor țevelor se face pe platou drept, pentru realizarea coaxialității dintre țevi și evitarea abaterii de la aliniere dintre marginile țevelor în îmbinare (după prindere, această abatere va fi de max. 0,5mm)

Prinderea în puncte de sudură se execută la maximum 4 ore după curățare, pentru evitarea oxidării și apariția impurităților în zonele curățate. Vergelele de sârmă pentru prindere și sudare se vor păstra în apropierea locului de prindere-sudare, în ambalajele originale de la producător, ferite de: grăsimi, praf, umezeală și alte impurități.

Obligatoriu, înainte de execuția punctelor de prindere se va asigura protecția de gaz la interiorul țevii pentru a se obține un punct de prindere lipsit de oxizi.

La capetele țevelor (cele opuse îmbinării), se introduc dopurile pentru realizarea pernei de argon la interiorul îmbinării țevelor.

Se assemblează (potrivesc) țevile și se țin astfel apropiate timp de:

- minim 5 minute pentru țevi cu $\varnothing_{\text{interior}} < 150 \text{ mm}$,
- minim 10 minute pentru țevi cu $\varnothing_{\text{interior}} > 150 \text{ mm}$, timp necesar pentru realizarea pernei de Ar.

Este indicat ca asamblarea (potrivirea) să se realizeze fără luft. Se admite o abatere a luftului de max. 0,3mm.

Perna de Ar. de la interiorul țevii, se menține pe tot timpul operației de prindere în puncte de sudură, iar la sudare, pe tot timpul operației de sudare, indiferent de numărul de straturi.

Temperatura pieselor (țevi, coturi, flanșe) înainte de prindere să fie minimum $+5^{\circ}\text{C}$,

Sârma de sudură și parametrii regimului de sudare a punctelor de prindere, trebuie să fie identici cu sârma de sudură și parametrii pentru sudura de bază.

Prinderea în puncte de sudură se face cu același procedeu, aceleași materiale de adaos și parametri de sudare ca la sudarea propriu-zisă. Numărul punctelor de prindere este:

- pentru $D_n < 50\text{mm}$ = 3 puncte de sudură.
- pentru $D_n > 50\text{mm}$ = 4 puncte sau mai multe (în funcție de diametrul țevii), dispuse simetric, iar distanța dintre puncte să nu depășească 100 mm.

Lungimea unui punct de prindere trebuie să fie de 4 - 5 mm (maxim de două ori grosimea țevii), iar grosimea punctului 0,6-0,7 din grosimea peretelui țevii (punctele mai groase se vor subția prin polizare).

După execuția punctelor de prindere, acestea se vor curăța și poliza pentru uniformizare.

Se va evita scurgerea gazului (Ar.) din pernă prin îmbinările deja prinse, prin etanșarea acestor îmbinări cu bandă de hârtie și bandă adezivă. Etanșarea se va face astfel încât zonele îmbinării care au fost deja polizate și degresate să fie ferite de contactul direct cu banda adezivă sau alte impurități.

Prinderea în puncte de sudură și sudarea WIG. a țevelor din aliaj „CuNiFe” se execută numai de către sudori special instruiți și autorizați de Societățile de Clasificare.

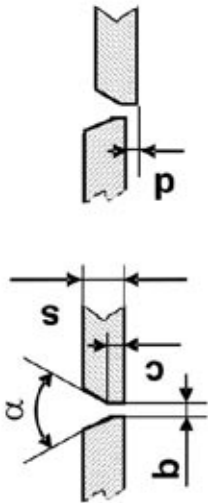
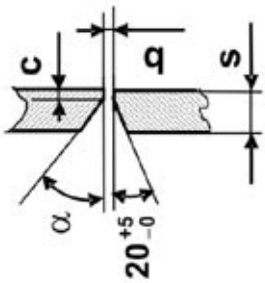
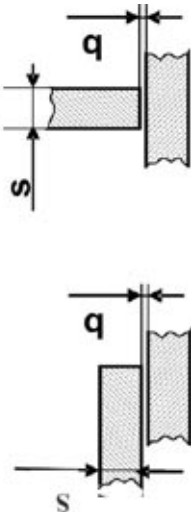
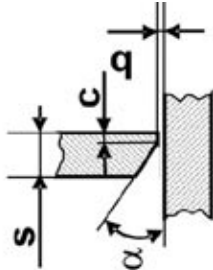
Punctele de prindere care prezintă defecte ca pori sau fisuri, se elimină prin polizare și se înlocuiesc cu altele de bună calitate.

Nu se admite prinderea în puncte de sudura a unor îmbinări realizate printr-o centrare forțată sau corectarea asamblării după prinderea cu sudură, în ambele cazuri existând pericolul de fisurare.

Nu sunt admise defecte, puncte de prindere rupte sau crăpate.

Formele, dimensiunile rosturilor și limitele de acceptabilitate vor fi conform documentației de execuție. În cazul în care documentația nu prevede detalii privind formele și dimensiunile rosturilor, se vor utiliza datele din tabelul următor.

Procedeeul de sudare: WIG – Tubulatura Cunifer

Nr. crt	Tip îmbinare	b [mm]	c [mm]	d [mm]	Δb [mm]	α [°]	s [mm]	Observații
1		0 ^{+0,3}	1,5 ^{+0,5}	0,15s max. 0,5	max. 0,5	80 ⁺¹⁰	1,5 ÷ 2,5	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țeavă orizontală
		0 ^{+0,3}	0,5 ^{±0,5}	0,15s max. 1	max. 0,5	80 ^{±10}	>2,5	Δb= diferența dintre lufte maxim și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealinieria
2		0 ^{+0,3}	1 ^{+0,5}	0,15s max. 0,5	max. 0,5	50 ⁺⁵	1,5 ÷ 2,5	Pregătirea corespunde pentru sudare cu axa țeavă orizontală
		0 ^{+0,3}	0,5 ^{±0,5}	0,15s max. 1	max. 0,5	50 ⁺⁵	>2,5	Δb= diferența dintre lufte maxim și cel minim, măsurat pe circumferință d = nealinieria
3		0,5 ^{+0,5}	-	-	max. 1	-	>1,5	Δb= diferența dintre lufte maxim și cel minim, măsurat pe circumferință.
4		0 ^{+0,5}	1 ^{+0,5}	-	max. 0,5	50 ⁺⁵	1,5 ÷ 2,5	Δb= diferența dintre lufte maxim și cel minim, măsurat pe circumferință.
		0 ^{+0,5}	0,5 ^{±0,5}	-	max. 0,5	50 ⁺⁵	>2,5	Δb= diferența dintre lufte maxim și cel minim, măsurat pe circumferință.

Parametrii orientativi pentru prinderea în puncte WIG a țevelor din Cunifer sunt prezentați în tabelul de mai jos:

Grosime material de bază (mm)	Diametru electrod de wolfram (mm)	Diametru sârmă de sudare (mm)	Intensitate curent de sudare Is (A)	Debit de gaz pentru sudare (l / min)
1,5 - 2,5	2,4	2-2,4	55 - 75	10-16
3 - 5	2,4	2-2,4	80 - 120	10-16

Parametrii de sudare vor fi conform WPS-uri sudare WIG tubulatură Cunifer sau conform IDA 077(vezi tabel următor):

ASAMBLARE + SUDARE TUBULATURĂ DIN CuNiFe- SUDARE WIG.

FORMĂ ȘI DIMENSIUNI ROST	FORMĂ	DIMENSIUNI [mm]		Nr. rând	$\varnothing_{el} W_{0}$ [mm]	$\varnothing$ vergea [mm]	Is [A]	Tip curent polaritate	Ua [V]	Debit gaz Ar. [l/min]	
										protecție	Suport rădăcină
		$b1 \leq 1+0,1B$ max. 2mm	$b2 = \max. 1mm$ pentru teavă cu $\varnothing \leq 60mm$ $b2 = \max. 2mm$ pentru teavă cu $\varnothing > 60mm$	1	2,4	2,4 sau 2	75-90	DC(-)	10-12	10-12	12-16
				1	2,4	2,4	90-110	DC(-)	10-12	12-16	20-25
				2	2,4	2,4	120-140	DC(-)	10-12	12-16	20-25
		$a = 0,7Smm$	$\Delta < 1+0,1a$ max. 2mm	1	2,4	2,4	120-140	DC(-)	10-16	12-16	12-16

După sudare, se vor executa operațiile specifice de periere, șlefuire sau decapare a cordoanelor de sudură pentru a elimina statul de oxid de la suprafața acestora.

Capitolul 14

SUDAREA LA TEMPERATURI SCĂZUTE

Sudarea la temperaturi scăzute se va realiza cu respectarea instrucțiunilor specifice fiecărui procedeu de sudare.

Pentru sudarea la temperaturi scăzute (sub + 5°C), indiferent de procedeul de sudare utilizat se vor lua măsuri suplimentare de precauție în scopul evitării efectelor nefavorabile ale temperaturii scăzute asupra îmbinărilor sudate (fragilizare, durificare = predispunere la fisuri, apariția defectelor cum ar fi pori și incluziuni de zgură, datorită răcirii și solidificării rapide a cordoanelor de sudură), după cum urmează:

a) protecția zonei de sudat împotriva condițiilor atmosferice nefavorabile (vânt, umezeală, curenți de aer etc.);

b) uscarea marginilor îmbinărilor care se sudează pentru a nu prezenta umezeală, condens;

c) preîncălzirea marginilor îmbinării care se sudează, în scopul micșorării vitezei de răcire a cordonului după sudare;

d) protejarea cordonului de sudură (după sudare) cu preșuri termoizolante pentru evitarea răcirii bruște a cordoanelor de sudură executate.

Temperatura minimă până la care se poate suda cu luarea măsurilor de precauție menționate este de -10° C.

Limitele de aplicare obligatorie a acestor măsuri funcție de zona unde se sudează, importanța lucrării, tipul oțelului precum și de valorile temperaturilor scăzute ale mediului ambiant, sunt prezentate în tabelul din ANEXA 1 :

Conducătorii locurilor de muncă vor urmări temperatura atât în hală cât și afară și când aceasta scade sub - 10° C vor opri sudarea.

Pentru evitarea repetării inutile a măsurilor de precauție (uscarea, preîncălzire) se recomandă ca pregătirea pentru sudare, prinderea în puncte de sudură și sudarea să se facă succesiv, la intervale de timp cât mai scurte.

În cazul sudării MAG pe suport ceramic, suportul ceramic se va monta după uscarea marginilor îmbinării.

Preîncălzirea acolo unde este necesară, se va efectua la o temperatură de minim 50°C, oxigaz (de preferință oxiacetilenică) neutră, lent și uniform, pe o lățime de 75 – 150 mm și de alta a îmbinării. În cazul sudării pe suport ceramic preîncălzirea se va face cu atenție flacăra să fie pe marginile tablelor fără să afecteze suportul ceramic. Oriunde este posibil, temperaturii de preîncălzire se va face pe partea opusă feței încălzite.

Lucrul trebuie astfel organizat încât să nu existe întreruperi ale operației de sudare pe toată lungimea unei îmbinări, care să favorizeze răcirea completă a sudurii și în speciala craterelor (sfârșituri de cordon).

Se vor evita dispozitivele sau metodele de asamblare rigidă prin care să se introducă îmbinare tensiuni suplimentare, pentru evitarea apariției fisurilor.

Acolo unde este necesară prelucrarea rădăcinii prin crăițuire, aceasta se va realiza înainte de răcirea cordonului de sudură sau cu aplicarea măsurilor de precauție indicate în tabelul din ANEXA1, după caz.

ANEXA 1

Locul unde se sudează	Importanța lucrărilor d.p.d.v. al rezistenței generale a navei/ (tipul oțelului naval	Temperatura mediului ambiant [°C]	Măsuri de precauție suplimentare			
			Asigurarea protecției împotriva condițiilor atmosferice neprielnice	Uscarea marginilor îmbinării pentru evitarea condensului	Preîncălzirea marginilor îmbinării	Acoperire cu preșuri termoizolante a îmbinării sudate
Exterior (cală, doc)	Importante / oțel naval de rezistență normală și de rezistență mărită	(+5) ÷ 0	+	+	–	–
		0 ÷ (-5)	+	+	+	–
		(-5) ÷ (-10)				
	Mai puțin importante/ toate tipurile de oțel naval	(+5) ÷ 0	+	+	+	+
		0 ÷ (-5)	+	–	–	–
		(-5) ÷ (-10)	+	+	–	–
Interior (hală , afară numai în compartimente închise)	Importante / oțel naval de rezistență mărită	(+5) ÷ 0	+	+	+	–
		0 ÷ (-5)	–	+	–	–
		(-5) ÷ (-10)	–	+	–	+
	Importante / oțel naval de rezistență normală	(+5) ÷ 0	–	+	+	+
		0 ÷ (-5)	–	–	–	–
		(-5) ÷ (-10)	–	+	–	–
	Mai puțin importante/ toate tipurile de oțel naval	(+5) ÷ 0	–	+	–	+
		0 ÷ (-5)	–	–	–	–
		(-5) ÷ (-10)	–	+	–	–

“ + “ = obligatoriu

“ – “ = nu este necesar

Capitolul 15

NORME DE SĂNĂTATE ȘI SECURITATE A MUNCII

15.1. PREVEDERI COMUNE TUTUROR PROCEDEELOR DE SUDARE

15.1.1. Încadrarea și repartizarea personalului

Lucrările de sudare și tăiere a metalelor pot fi executate numai de personal calificat având vârsta de peste 18 ani, care cunoaște instalațiile, aparatura și procedeele de lucru și care a fost instruit din punct de vedere al securității muncii.

Persoanele necalificate în meseria de sudor sau care nu au împlinit vârsta de 18 ani, pot lucra numai ca ajutor de sudor, sub supravegherea directă a cadrelor cu calificare în astfel de lucrări și numai după însușirea instructajului de securitate a muncii.

Persoanele cu vârsta sub 18 ani nu sunt admise la lucrări în spații închise (cazane, rezervoare, dublu fund la nava etc.), cu degajări puternice de căldură (sudare cu preîncălzire a pieselor de gabarit mare din fonta) asupra pieselor zincate acoperite cu plumb, cadmiu, beriliu sau vopsele cu vopsea pe baza de plumb.

15.1.2. Instruirea și dotarea cu echipament individual de protecția muncii a personalului

Instructajul de protecția muncii se va face pe faze, în conformitate cu normele generale de securitate a muncii în vigoare.

Sudorii sunt obligați să folosească în timpul lucrului echipamentul individual de protecție, conform *Normativului cadru de acordare a echipamentului de protecție*.

15.1.3. Organizarea locului de muncă

Lucrările la care concura și operațiile de sudare se vor executa numai cu aprobarea conducătorului procesului de producție, după cunoașterea documentației tehnice, după efectuarea instructajului privind utilizarea echipamentului de sudare și după instructajul cu privire la securitatea muncii.

Locurile de munca permanente se vor dota cu instrucțiuni de utilizare ale utilajului, cu indicatoare de securitate și cu dispozitive care să ușureze munca sudorului.

Zona de lucru se va îngrădi cu paravane cu pereți netezi prevăzute cu plăci avertizoare, se vor folosi schele și centuri de siguranță asigurate cu frânghia de elementele fixe ale construcției, la lucrările care se execută la înălțimi peste 1 m.

În locurile de muncă unde poate să apară pericolul de intoxicare cu diverse gaze sau asfixiere, începerea lucrărilor este permisă numai după ventilația forțată a spațiului și verificarea prin probe a atmosferei din spațiile respective.

Furtunurile de alimentare cu aer comprimat, acetilenă, gaze combustibile, agenți hidraulici, apă și cablurile electrice se vor proteja împotriva acțiunilor mecanice și termice.

15.1.4. Protecția împotriva incendiilor și exploziilor

Materialele inflamabile se vor înlătura din locurile unde se vor efectua lucrări de tăiere și/sau sudare. În cazul pieselor acoperite cu vopsea, înaintea începerii lucrului, stratul de vopsea se va îndepărta pe o lățime de minim 100 mm de fiecare parte a tăieturii sau a cusăturii.

Este interzisă sudarea instalațiilor aflate sub tensiune sau sub presiune.

În cazul lucrărilor de tăiere și/sau sudare a materialelor metalice în apropierea elementelor de construcție combustibile se vor lua măsuri pentru prevenirea incendiilor (acoperirea elementelor de construcție combustibile cu tablă sau plăci de azbest, pregătirea unor stingătoare cu praf inert și dioxid de carbon, cu spumă carbonică și a unor vase cu apă). Locul de muncă și zonele învecinate periculoase vor rămâne sub observație atentă până când temperatura coboară în toate punctele la valorile mediului ambiant.

Combaterea incendiului apărut la o instalație de sudare sub tensiune va începe numai după ce instalația a fost deconectată și s-a primit confirmarea orală a efectuării acestei deconectări de către un lucrător specializat.

15.1.5. Protecția împotriva electrocutării

Echipamentul electric al instalației de sudare va respecta măsurile de protecție generală din standardele de condiții generale ale echipamentului electric pentru mașinile industriale.

Părțile active accesibile cu excepția circuitului de sudare vor fi complet acoperite cu o izolație care să reziste la eforturi mecanice, electrice și termice și care să le protejeze împotriva atingerilor accidentale.

Instalațiile de sudare în curent alternativ vor fi prevăzute cu un dispozitiv care să întrerupă funcționarea în gol a instalației, pentru protecția împotriva electrocutării la atingerea electrodului sau a altei părți a circuitului de sudare.

Schimbarea electrodului se va face numai cu utilizarea mănușilor de sudor complet uscate.

Legarea la pamant sau la conductorul de nul se va executa în conformitate cu prescripțiile în vigoare, conform STAS 12604/4 – 89.

Folosirea cablurilor de alimentare a circuitului de sudare cu izolația deteriorate este strict interzisă.

Pentru comanda la distanță a surselor pentru sudare și a echipamentelor pentru sudare se vor utiliza tensiuni reduse.

Se interzice executarea lucrărilor de sudare pe timp de ploaie, sub cerul liber, fără acoperiș.

15.2. Sudarea cu arc electric

În vederea diminuării la minim a pericolelor datorate tensiunii în mers în gol, instalarea echipamentelor de sudare cu arc electric se va face în așa fel, încât să se reducă riscurile de șocuri electrice, care s-ar putea datora unor tensiuni mai mari decât tensiunea de mers în gol.

Se vor lua măsuri pentru reducerea pericolelor de contact accidental a circuitului de sudare cu conductorul de protecție sau cu pământul. Dacă piesa de sudat este în mod intenționat racordată la conductorul de protecție sau la pământ, legătura va fi făcută cât mai direct, cu ajutorul unui cablu având secțiunea egală cu cea a cablului de retur. Se vor lua măsuri de evitare a curenților vagabonzi de sudare.

Pentru a evita contactele electrice între circuitul de sudare și elementele conductoare străine de instalație, situate în zona de lucru și pe care este posibil să fie pus un portelectrod sau un cap pentru sudare, sau pe care s-ar putea amorsa un arc electric, se vor folosi mijloace de protecție ale acestora (ecrane izolante, distanțatoare etc.). În cazul în care nu se pot aplica măsurile de mai sus, se vor stabili legături echidistante cu ajutorul unor cabluri izolate, având secțiunea corespunzătoare, între piesa de sudat și elementele conductoare străine de instalația de sudare. Este interzis ca circuitul de sudare să vină în contact cu buteliile de gaz protector, aflate în apropierea piesei de sudat.

La legătura electrică între echipamentul de sudare și piesa de sudat este strict interzisă utilizarea unor elemente conductoare străine de izolație (șine, țevi, schele etc.), dacă acestea nu reprezintă piesa de sudat însăși. Se vor lua toate măsurile pentru reducerea pericolelor de contact accidental al circuitului de sudare cu conductorul de protecție sau cu pământul. Dacă piesele pentru sudat sunt amplasate pe o masă de sudare, cablurile de retur și de legături echipotențiale vor fi racordate la masă.

În cazul în care doi sau mai mulți sudori lucrează aproape unii de alții și în mod deosebit, pe aceeași piesă, vor fi luate măsuri speciale și în ce privește racordarea surselor pentru sudare la rețeaua de alimentare și la piesa de sudat, în scopul eliminării tensiunilor de mers în gol, ce pot să apară între doi portelectrozi sau între două capete pentru sudare.

Dacă una sau mai multe surse pentru sudare interconectate sunt scoase de sub tensiune, ele vor fi deconectate atât de la rețeaua de alimentare, cât și de la circuitul de sudare comun, pentru înlăturarea pericolelor datorate tensiunilor de retur.

Dacă se efectuează lucrări de întreținere sau reparare, echipamentul de sudare va fi decuplat atât de partea de alimentare, cât și de partea de utilizare. Derogări de la această condiție se vor face numai de către un respect. Orice racordare în circuitul de sudare va fi efectuată înainte de punerea sub tensiune a sursei pentru sudare.

Dacă sudorul își întrerupe lucrul sau părăsește postul de lucru, sursa pentru sudare sau circuitul de sudare se va scoate de sub tensiune, astfel încât instalația să nu poată fi pusă în mod accidental în funcțiune de la portelectrod sau de la capul de sudare.

În cazul utilizării unui aparat trifazat ce deservește mai multe posturi de sudare, sau în cazul mai multor surse pentru aceeași piesă de sudat sau pentru piese interconectate, sudorii vor fi instruiți să nu atingă niciodată simultan doi portelectrozi sau două capete pentru sudare.

Pentru instalarea și utilizarea echipamentelor pentru sudare cu arc electric se va utiliza STAS 13074-92.

15.2.1. Sudarea manuală cu arc electric

În timpul pauzelor de lucru, portelectrodul va fi așezat sau agățat de un suport izolat, astfel încât să nu atingă piesa sau suportul acesteia, care sunt legate la sursa de alimentare a circuitului de sudare. Se interzice categoric ținerea portelectrodului sub braț, pentru a preveni scurgerile curentului electric prin corp.

Conductorii electrici mobili folosiți la racordarea la rețea și cablurile pentru alimentarea circuitului de sudare, vor fi feriți împotriva deteriorării în timpul exploatării și al transportului și, în mod special, împotriva contactului cu stropi de metal topit, precum și a trecerii peste ei cu mijloace de transport. Cablurile mobile vor fi ușoare și foarte flexibile, păstrându-se în colaci când nu se execută operația de sudare.

La cablurile de alimentare a circuitului de sudare cu izolația deteriorată, în cazul în care cablurile respective nu vor putea fi înlocuite imediat, zonele deteriorate vor fi reparate imediat, prin îndepărtarea zonei deteriorate și realizarea unei îmbinări în porțiunea respectivă. Izolarea cu banda izolatoare a zonei respective nu este suficientă și, în consecință, este obligatorie folosirea bușelor de protecție din material izolant, care să acopere în întregime zona reparată. Starea izolației cablurilor de alimentare a circuitului de sudare se va verifica înainte de începerea lucrului (schimbului).

Înainte de operația de îmbinare a cablurilor pentru alimentarea circuitului de sudare, echipamentul de sudare va fi deconectat de la rețea. Zonele de îmbinare ale cablului pentru alimentarea circuitului de

sudare vor asigura o bună conductibilitate, securitate față de solicitările mecanice și o izolare perfectă în special în zona de îmbinare. Îmbinarea cablurilor pentru alimentarea circuitului de sudare și/sau tăiere se va realiza prin lipire la cald, prin sudare sau cu mufe de conexiuni izolate.

Cablul de masă va fi racordat direct la piesă, fiind interzisă utilizarea unor improvizații. Racordarea se va realiza numai cu cleva de strângere sau cu borna cu șurub bine strânsă, cu poli magnetici, cu condiția ca suprafețele de contact să fie netede și curate.

În cazul în care portelectrozii și capetele pentru sudare nu sunt utilizați, vor fi astfel amplasați încât să fie izolați. Electrocul va fi scos din portelectrod. Posturile fixe pentru sudarea manuală cu arc electric vor fi prevăzute cu un suport electroizolant pentru fiecare portelectrod, pe care să se așeze portelectrodul în perioadele de pauză. Este strict interzisă aruncarea la întâmplare a portelectrodului, chiar dacă nu este sub tensiune, indiferent de caracterul fix sau mobil al postului de sudare. La sudarea manuală cu electrozi înveliți, sudorii vor purta în mod obligatoriu mănuși și în timpul înlocuirii electrozilor.

La utilizarea generatoarelor de curent continuu și a transformatoarelor folosite la sudarea cu arc electric, se vor respecta condițiile impuse în prescripțiile de electrosecuritate. Echipamentele (sursele) de sudare antrenate de motoare cu combustie internă vor fi instalate astfel încât să prevină intoxicațiile ce pot fi provocate de gazele de eșapament. Se interzice lucrul cu echipamentele de sudare defecte sau în stare necorespunzătoare.

Pentru racordarea la rețea, executarea legăturilor fixe, inclusiv montarea pieselor, se va face numai de către electricieni calificați în astfel de lucrări, care vor respecta toate prescripțiile în vigoare referitoare la instalațiile electrice.

Dacă legarea la rețea a unui echipament de sudare se realizează fără fișă și priză, se va prevedea la locul de racordare un întrerupător, cu ajutorul căruia să se scoată de sub tensiune concomitent toți conductorii de alimentare. Dacă legarea la rețea se face prin prize cu capace metalice, capacele vor fi legate la centura (priza) de împământare.

La echipamentele de sudare care nu sunt racordate prin fișă, conductorii de racordare la rețea se vor fixa cu papuci și vor fi astfel dispuși încât să excludă posibilitatea deteriorării izolației lor de apărătorile de borne.

În cazurile în care urmează să se execute lucrări de recepție sau de curățire a echipamentelor de sudare, sau când se schimbă locul de amplasare, acestea vor fi scoase de sub tensiune, prin deconectarea de la rețea.

Nu se vor utiliza decât echipamente de sudare omologate care vor îndeplini condițiile de electrosecuritate.

Echipamentele de sudare, generatoarele și transformatoarele de sudare vor fi prevăzute cu dispozitive speciale, care să permită schimbarea nepericuloasă a electrozilor pentru sudare, totodată vor fi protejate împotriva atingerii accidentale, prin legarea lor la priza de pământ sau la conductorul de nul.

Este interzisă sudarea concomitentă pe aceeași piesă cu două instalații de sudare manuală cu arc electric de curent continuu cu polarități opuse.

15.2.2. Sudarea cu arc electric în mediu de gaz protector

Îmbrăcămintea sudorilor și a ajutoarelor acestora va fi deosebită de costumele sudorilor care execută lucrări de sudare cu arc electric, astfel hainele de protecție vor îndeplini următoarele condiții:

- vor fi confecționate din material dens, tratat ignifug și căptușit;
- nu vor avea buzunare, se vor încheia cu nasturi și vor fi croite până sub gât.

Alegerea sticlei filtrante a măștii se face în funcție de gazul de protecție și de circuitul de sudare în așa fel încât radiațiile ultraviolete și infraroșii să fie absorbite.

La sudarea MAG, datorită curentului de sudare de valoare mare, a radiațiilor puternice și a căldurii degajate, se vor lua măsuri deosebite:

- se vor purta șorțuri cu mâneci și platcă detașabilă din piele, încheiate până sub gât;
- când se sudează ghemuit în spații mici, se vor purta șorțuri speciale;
- se vor purta mănuși de piele speciale cu manșete lungi;
- încălțăminte sudorului va fi de securitate (cu bombeul mărit) și electroizolantă.

Este interzis să se utilizeze substanțe pentru degresare (benzină, tricloretilenă) în încăperi în care se sudează.

Dacă acest lucru este necesar, se vor lua măsuri care să preîntâmpine pericolul de incendiu.

În cazul preîncălzirii generale sau locale a pieselor, se va asigura protecția sudorului contra arsurilor. La sudarea pieselor cu gabarit mare, când sudorul se află pe piesă sau în interiorul acesteia, se va utiliza o platformă care să izoleze sudorul contra temperaturii ridicate a metalului încălzit.

Pentru instalația de încălzire electrică a gazului de protecție se vor folosi tensiuni de maxim 24V. Pentru prevenirea arsurilor, instalația va fi prevăzută cu apărători. Nu se admit modificări, descompletări sau improvizații.

Amplasarea posturilor de sudare în mediu de gaz protector de argon.

Capitolul 16

COMUNICAREA LA LOCUL DE MUNCĂ

16.1. COMUNICAREA INTERUMANĂ, CAPACITATEA DE COMUNICARE

Comunicarea – este abilitatea de a împărtăși informații cu oamenii și a înțelege ce informații și ce sentimente sunt transmise de către alții. Comunicarea poate avea loc în multe forme incluzând gesturi, expresii faciale, semne, voce (tonuri, inflexiuni), în completarea comunicării scrise și vorbite. Comunicarea, o față zâmbitoare, un gest de încuviințare, indică faptul că ascultătorul este interesat de ceea ce noi spunem și ne încurajează să continuăm.

Obiectivele comunicării:

1. Să fim receptați (auziți sau citiți);
2. Să fim înțeleși;
3. Să fim acceptați;
4. Să provocăm o reacție (o schimbare de comportament sau de atitudine).

Cum comunicăm?

Prin limbaj. Limba – este un cod pe care îl folosim pentru a ne exprima gândurile;

– Codul – poate fi descifrat numai dacă ambele părți conferă aceeași semnificație simbolurilor pe care le utilizează;

– Cuvintele – sunt simbolurile care reprezintă lucruri și idei. Noi le atribuim diferite înțelesuri atunci când le auzim sau le folosim;

Înțelesul pe care noi îl dăm cuvintelor rezultă din modul în care fiecare dintre noi interpretează lumea înconjurătoare.

16.2. FORMELE COMUNICĂRII

1. Comunicarea nonverbală:

- expresia feței: un zâmbet, o încruntare;
- gesturi: mișcarea mâinilor și a corpului;
- poziția corpului: modul în care stăm, în picioare sau șezut;
- orientarea: dacă stăm cu fața sau cu spatele către interlocutor;
- contactul vizual: dacă privim interlocutorul sau nu, cât și intervalul de timp;

- contactul corporal (o bătaie ușoară pe spate);
- mișcarea capului (aprobare – dezaprobare);
- aspectul exterior (înfățișare, alegerea vestimentației);
- aspecte nonverbale ale vorbirii (tonalitate, intensitatea vocii, tăria sau rapiditatea vorbirii);
- aspecte nonverbale ale scrisului (scrisul de mână, acuratețea și aspectul vizual general).

2. Comunicarea verbală:

Obișnuința exprimării verbale depinde de caracteristicile personalității:

- claritate;
- acuratețe;
- empatie;
- sinceritate;
- relaxare;
- contact vizual;
- aparență;
- postură;
- calități vocale (enumerare, pronunțare);
- mecanismele vorbirii;
- intensitate la voce;
- viteză;
- folosirea pauzei.

3. Transparența: felul în care ești privit, arată cât de bine te înțeleg ceilalți:

- înfățișarea ta reflectă modul în care te privești pe tine însuși (propria imagine).

Comunicarea interumană – este procesul pe care îl utilizăm pentru a comunica ideile, gândurile și sentimentele unei alte persoane.

Abilitățile noastre de comunicare interumană sunt comportamente dobândite, care se pot îmbunătăți prin cunoaștere, practică și reflecție.

Principalele etape ale comunicării sunt:

- apariția și formularea în minte a unei idei;
- stabilirea scopului;
- alegerea mediului de comunicare;
- formularea mesajului;
- trimiterea mesajului;
- prelucrarea informației de către persoanele care au recepționat mesajul;
- transmiterea răspunsului la mesajul primit de către persoana care l-a recepționat.

16.3. BARIERE ÎN CALEA COMUNICĂRII

- diferențe de percepție;
- concluzii grăbite;
- stereotipii (învățând permanent din experiențele proprii);
- lipsă de cunoaștere;
- lipsă de interes;
- dificultăți în exprimare;
- emoții;
- personalitate.

Zece sfaturi pentru o bună ascultare

1. Fiți pregătiți să ascultați
2. Fiți interesat
3. Arătați-vă interesat
4. Păstrați-vă mintea deschisă

5. Urmați ideile principale
6. Ascultați critic
7. Ascultați cu atenție
8. Luați notițe
9. Ajutați vorbitorul
10. Nu întrerupeți vorbitorul.

Selectarea, sintetizarea și comunicarea informațiilor folosind terminologia de specialitate

Principii ale comunicării clare și concise (oral și scris) și ale întocmirii corespondenței.

Principii ale cerințelor regulilor Societăților de Clasificare, convențiilor și standardelor interne, naționale și internaționale aplicabile și modul de lucru cu acestea.

Mijloace moderne de comunicare: clasificare, utilizarea corectă a mijloacelor de comunicare

Utilizarea computerului pentru crearea, obținerea și transmiterea de informații (Autocad, Tribon, Outlook Express, Word, Excel și alte aplicații specifice).

Capitolul 17

LUCRUL ÎN ECHIPĂ

17.1. ORGANIZAREA LOCULUI DE MUNCĂ

La baza societății și a funcționării sociale în general stă modul în care oamenii îmbină efortul și imaginația pentru a-și îmbunătăți calitatea vieții prin atingerea obiectivelor comune.

Echipa, locul de muncă, obiectivul final, timpul de lucru

Echipa - este un grup (formație) de lucru care funcționează cu scopuri și obiective precise și care acționează cu ajutorul sculelor și dispozitivelor, pentru realizarea unui produs finit care să corespundă cerințelor clientului.

Locul de muncă - reprezintă spațiul în care un muncitor sau o formație de muncitori acționează cu ajutorul uneltelor de muncă asupra obiectelor muncii pentru a le transforma în obiectul finit.

Obiectul finit - reprezintă rezultatul obținut de către muncitori în urma unui proces de producție într-un timp de lucru.

Timpul de lucru - este durata reglementată a zilei de muncă de care dispune un executant pentru a-și îndeplini sarcinile de muncă.

17.2. STRUCTURA TIMPULUI DE LUCRU AL EXECUTANTULUI

TIMP PRODUCTIV

Timp de pregătire și încheiere:

- studierea documentației
- montarea și strângerea S.D.V.-urilor
- stabilirea regimului de lucru

Timp operativ: timp consumat de executant pentru modificarea cantitativă și calitativă a obiectului muncii

Timp de deservire:

- menținerea în stare de funcționare a utilajelor (gresare, legare furtun aer)
- păstrarea curățeniei la locul de muncă

TIMP NEPRODUCTIV

Timp de întrerupere reglementat:

- timp de odihnă și necesități fiziologice
- timp de întreruperi condiționate de tehnologie (întărire soluție de lipire - AMERON).

Timp neproductiv

Timp de întreruperi nereglementate:

- timp de întreruperi independent de executant
- timp de întreruperi dependent de executant
- încălcarea disciplinei în muncă

Abordarea propusă pentru lucrul în echipă presupune:

- Recapitularea constantă a obiectivelor.
- Examinarea atentă a mediului înconjurător.
- Conștientizarea modului de funcționare al echipei.
- Creativitatea, flexibilitatea și promptitudinea în fața schimbării
- Tolerarea ambiguității și a diferențelor în echipă.
- Promptitudinea de a accepta nesiguranța odată cu schimbarea.

De ce să lucrăm în echipă?

Motivele sunt următoarele:

Echipele pun cel mai bine în aplicare strategiile organizatorice.

Echipele facilitează producătorului fabricarea și livrarea produselor, precum și acordarea serviciilor în mod rapid și profitabil.

Datorită echipelor, se învață mai eficient.

Echipele multifuncționale promovează managementul de înaltă calitate.

Echipele multifuncționale pot suferi schimbări rapide.

Se economisește timp dacă activitățile efectuate înainte, pe rând, de mai multe persoane, sunt executate simultan în echipă.

Organizațiile bazate pe echipe, promovează inovația datorită schimbării de opinii.

Organizațiile cu structură plană, pot fi coordonate și conduse mai eficient, dacă unitatea funcțională este echipa și nu individual.

Pe măsură ce cerințele cu privire la procesarea informației sunt din ce în ce mai sofisticate, spre deosebire de indivizi, echipele asigură integrarea și asocierea în scopul procesării eficiente a informației.

Munca bazată pe echipe îmbunătățește performanța organizatorică, atât în privința eficienței cât și a calității.

Creativitatea și inovația sunt promovate în organizațiile bazate pe echipe, prin intermediul schimbului de opinii.

Obstacolele în calea lucrului eficient în echipă:

Pierderea efortului: - lenea socială - caracteristică a comportamentului uman, mai ales în condițiile în care sarcina în sine nu îl motivează.

Gradul redus de eficiență în rezolvarea problemelor și luarea deciziilor: coordonatorii echipei tind să aibă o autoritate mai mare în luarea deciziilor, indiferent dacă au sau nu dreptate.

Creativitatea scăzută: suma ideilor lansate de persoanele care lucrau singure, este mai mare decât în cazul grupului.

CONCLUZIE

Pe termen lung, productivitatea grupului s-a dovedit a fi mai mare.

Acest fenomen se numește *muncă socială*, în contrast cu *lenea socială*, echipele obținând câștig și nu pierderi pe parcurs.

17.3. MĂSURI ORGANIZATORICE ALE LOCULUI DE MUNCĂ

- pregătirea documentației tehnice de execuție a produsului;
- asigurarea materialului necesar obținerii produsului finit;
- pregătirea locului de muncă (spațiu);
- dotarea cu scule și dispozitive în stare bună;
- dotarea cu scule și dispozitive performante și eficiente;
- amenajarea locului de muncă;
- iluminare corespunzătoare;
- ordine și disciplină la locul de muncă;
- menținerea ordinii și curățeniei;
- reducerea deplasărilor în fluxul tehnologic;
- creșterea calificării muncitorilor;
- creșterea responsabilității executantului;
- asigurarea autocontrolului.

Rolul unui membru în echipă

Rolul care se potrivește cel mai bine unui membru al echipei, poate fi stabilit pe baza următoarelor caracteristici:

- relaționarea cu ceilalți membri;
- modul prin care el participă la luarea deciziilor;
- căile prin care obține informațiile și utilizarea acestora;
- metoda preferată în organizarea activității.

Repartizarea sarcinilor în echipă și colaborarea cu membrii echipei pentru îndeplinirea lor

- repartizarea sarcinilor în echipă se va face astfel încât, rolurile fiecărui membru să fie definite, având în vedere abilitățile de evaluare și capacitățile fiecărui muncitor;
- sprijinul și încurajarea fiecărui membru al echipei, de a fi ajutat să-și rezolve sarcinile impuse;
- participarea la luarea deciziilor;
- motivarea personalului;
- îmbunătățirea comunicării și creșterea nivelului de cunoștințe
- relațiile interpersonale din cadrul echipei;
- luarea deciziilor să curgă din utilizarea deplină a aptitudinilor și cunoștințelor membrilor echipei;
- deciziile să fie exprimate sub formă de acțiuni: fiecare membru al echipei să știe ce are de făcut, cu cine și când să trateze deciziile.

MUNCA ÎN ECHIPĂ

„Patru persoane, pe care le vom numi: TOATĂ LUMEA, CINEVA, ORICINE, și NIMENI lucrează împreună. Ceva important trebuia făcut și a fost repartizat la TOATĂ LUMEA. TOATĂ LUMEA a fost sigură că CINEVA o va face. ORICINE o putea face, dar NIMENI n-a făcut-o. Din această cauză, CINEVA s-a supărat, pentru că era treaba la TOATĂ LUMEA. TOATĂ LUMEA a crezut că ORICINE putea s-o facă, dar NIMENI n-a realizat că TOATĂ LUMEA n-o va face.

În final, TOATĂ LUMEA a dat vina pe CINEVA când NIMENI n-a făcut ceea ce ORICINE putea face.“

BIBLIOGRAFIE

1. Dorin Dehelean- „Sudarea prin topire“ - Editura SUDURA, Timișoara, 1997
2. G. Zgură, D. Răileanu – „Tehnologia sudării prin topire“ - Editura Didactică și Pedagogică, București, 1983.
3. I. Echim, I. Lupescu, L. Nicoară - „Tehnologii pentru sudarea prin topire a oțelurilor“ - Editura Tehnică, București.
4. Mircea Burcă, Stelian Negoiteșcu - „Sudarea MIG-MAG“ - Editura SUDURA, Timișoara, 2002.
5. Tusz Francisc - „Tratat de sudură“ - Editura SUDURA, Timișoara, 2003.
6. D.Mihăilescu, A. Mihăilescu, G.Lupu - „Tehnologia sudării prin topire - Îndrumar de proiectare“ – Editura Fundației Universitare Dunărea de Jos, Galați, 2004.
7. Dorin Șerban, Eugen Găvan - „Tehnologii de asamblare și sudare a corpului navei“ - Editura EVRIKA, Brăila, 2001.
8. V. Berinde, I. Ânghele - „Sudarea cu arc electric - Ghid pentru autoinstruirea sudorilor“ - Editura Tehnică, București.
9. Cărți tehnice furnizor echipamente sudare Kemppi – Finlanda; ESAB - Suedia
10. Instrucțiuni tehnologice SNDG: I.T. nr.; 2299, 2300, 2303, 2305, 2339, 2356, 2274 A, 2297, 2370.
11. Managementul echipei – lucrul în echipă – Michael A. West.

Tipărit la S.C. EVRIKA EURODIPS S.R.L.
800158 – Galați, Str. Unirii nr. 183
Tel./Fax: 0236.462799 E-mail: evrika@galati.astral.ro